



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Übersetzung der  
europäischen Patentschrift

97 EP 0 714 719 B 1

10 DE 695 20 195 T 2

51 Int. Cl.7:  
B 23 B 27/14

- 21 Deutsches Aktenzeichen: 695 20 195.6  
86 Europäisches Aktenzeichen: 95 118 789.7  
96 Europäischer Anmeldetag: 29. 11. 1995  
97 Erstveröffentlichung durch das EPA: 5. 6. 1996  
97 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: 28. 2. 2001  
47 Veröffentlichungstag im Patentblatt: 23. 8. 2001

DE 695 20 195 T 2

- 30 Unionspriorität:  
29849894 01. 12. 1994 JP  
28501995 01. 11. 1995 JP
- 73 Patentinhaber:  
Sumitomo Electric Industries, Ltd., Osaka, JP
- 74 Vertreter:  
Herrmann-Trentepohl und Kollegen, 81476  
München
- 84 Benannte Vertragsstaaten:  
DE, ES, FR, GB, IT, SE

- 72 Erfinder:  
Goto, Mitsuhiro, Itami-shi, Hyogo, JP; Kukino,  
Satoru, Itami-shi, Hyogo, JP; Kikutani, Kenichi,  
Itami-shi, Hyogo, JP; Nakai, Tetsuo, Itami-shi,  
Hyogo, JP

54 Gesinterter Schneideinsatzkörper und sein Herstellungsverfahren

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 695 20 195 T 2

EP 95 118 789.7

Sumitomo Electric Industries, Ltd

### Hintergrund der Erfindung

### Anwendungsgebiet der Erfindung

Die vorliegende Erfindung betrifft einen gesinterten Schneideinsatzkörper nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1, wie er z. B. aus EP-A-0369852 bekannt ist, sowie ein Verfahren zu einer Herstellung.

### Beschreibung des Standes der Technik

Im allgemeinen werden gesinterte Körper aus Diamant oder kubischem Bornitrid (CBN) weithin als Schneidwerkzeug, z. B. für eine Drehbank angewendet. Ein solcher gesinteter Werkzeugkörper wird mittels einer extrem teuren Ausrüstung hergestellt, welche imstande ist, einen superhohen Druck von mindestens 40 kb und eine hohe Temperatur von 1300 °C zu erzeugen.

Um Werkzeuge aus einem solchen gesinterten Körper herzustellen, wird zunächst ein scheibenförmiger zusammengesetzter gesinteter Körper 3 geschaffen, umfassend eine Sinterkarbidschicht 1 sowie eine Schicht 2, die auf deren obere Fläche gebondet ist, und welche den gesinterten Körper bilden, wie dies in Fig. 7 erkennbar ist. Dieser zusammengesetzte gesinterte Körper 3 wird durch eine Elektroentladungsbearbeitungsmaschine in die gewünschten Formen von Schneiden (3a und 3b, die in den Figuren 8A und 8B dargestellt sind) geschnitten, welche auf gesinterte Basismaterialien mit gewünschten Formen hart aufgelötet werden (4 und 5 in den Figuren 8A und 8B). Schneideinsätze können durch Schleifen und/oder Polieren dieser Substanzen erlangt werden, wie dies in den Figuren 8A und 8B dargestellt ist. In den Figuren 8A und 8B sind die mit den Pfeilen A und B bezeichneten Grenzflächen die hartgelöteten Flächen.

Der in Fig. 8B dargestellte dreieckige Schneideinsatz ist in seiner Mitte mit einer Durchgangsbohrung 6 zur Befestigung/Fixierung des Einsatzes am Schaft eines Werkzeuges durch Anschrauben versehen.

Ein konventionelles Werkzeug, welches einen solchen Schneideinsatz benutzt, ist hinsichtlich seiner Wirtschaftlichkeit ausgezeichnet, weil es einen Bereich mit einem Sinterkörper besitzt, welcher für einen effektiven Schneidvorgang erforderlich und geeignet ist, wohingegen durch den hartgelöteten Bereich die folgenden Probleme verursacht werden:

Das Werkzeug, welches einen gesinterten Körper aus Diamant oder CBN verwendet, und das im allgemeinen zur Fertigbearbeitung mit einer geringen Schnitttiefe oder mit einem geringen Vorschub dient, wird infolge seiner hohen Härte und seiner ausgezeichneten Wärmewiderstandsfähigkeit einer hohen Schnittgeschwindigkeit bei einer hohen Schneidtemperatur ausgesetzt. In den vergangenen Jahren wurde der Anwendungsbereich für eine hohe Schnittgeschwindigkeit infolge der Erfordernisse zur Erhöhung der Arbeitsproduktivität zunehmend ausgeweitet.

Ein in konventioneller Weise hartgelötetes Werkzeug wird mit einer Löttemperatur von etwa 700 bis 900 °C hergestellt. Beim Hochgeschwindigkeits-schneiden von gehärtetem Stahl oder Gußeisen übersteigt die Schneidtemperatur jedoch 900 °C, was zum Schmelzen des Hartlotmetalles führt. Bei der Schruppbearbeitung einer Al-Si-Legierung sowie von gehärtetem Stahl oder Gußeisen wird andererseits die Festigkeit der Hartlötverbindung infolge des Ansteigens des Schneidwiderstandes unzureichend und verursacht eine Trennung der Hartlötverbindung, obgleich die Schneidtemperatur nicht mehr als 900 °C beträgt. Wenn ein Diamant-Sinterkörper bei einer hohen Temperatur nahe 900 °C hartgelötet wird, um eine genügende Festigkeit der Hartlötverbindung zu erzielen, kann der Sinterkörper teilweise graphitiert oder infolge der beträchtlichen Unterschiede hinsichtlich der Wärmeausdehnungskoeffizienten zwischen dem Sinterkörper und einem Basismaterial aus gesinterten Karbid gespalten werden.

Weiterhin erfordert ein Verfahren zur Herstellung eines solchen konventionellen Einsatzes im Vergleich zu Werkzeugen aus gesinterten Karbid und Keramik eine Anzahl von Schritten, z. B. einen Schritt zur Bildung des in Fig. 7 dargestellten Sinterkörpers, einen Schritt mittels einer Elektroentladungsbearbeitung, einen Schleif- und/oder Polierschritt der zugeschnittenen zusammengesetzten Sinterkörper, einen Hartlöt-Schritt und einen Schleif- und/oder Polierschritt des Schneideinsatzes.

Die Figuren 9A, 9B und 9C zeigen Formen von handelsüblichen Schneideinsätzen 10a, 10b und 10c, welche konventionelle Werkzeuge darstellen, die keine hartgelöteten Bereiche besitzen. Bei dem in Fig. 9A dargestellten Schneideinsatz 10a ist nur die gesamte obere Fläche (Schneidfläche) aus einem CBN- oder Diamant-Sinterkörper hergestellt. Bei dem in Fig. 9B dargestellten Schneideinsatz 10b sind dagegen die oberen und unteren Schneidflächen insgesamt aus CBN- oder Diamant-Sinterkörpern hergestellt und zu einem mehrschichtigen zusammengesetzten Sinterkörper vereinigt. In Fig. 9C ist schließlich der gesamte Schneideinsatz 10c aus einem CBN- oder Diamant-Sinterkörper hergestellt.

Ein Problem, welches diesen Werkzeugen gemeinsam anhaftet, besteht darin, daß die Teile der Schneidflächen, welche nicht zum Schneiden dienen, auch aus teuren CBN- oder Diamant-Sinterkörpern hergestellt sind. Unter Berücksichtigung der Herstellungskosten sind deshalb diese konventionellen Schneideinsätze den konventionellen hartgelöteten Einsätzen ökonomisch nicht überlegen. Weil die harten Sinterkörperschichten in den Schwerpunktbereichen der Schneidflächen oder des Gesamteinsatzes vorgesehen sind, ist es weiterhin z. B. im Unterschied zu dem in Fig. 8B dargestellten handelsüblichen Einsatz schwierig, Bohrungen zur Befestigung/Fixierung der Einsätze an den Haltern einzubringen.

CBN- und Diamant-Sinterkörper werden infolge ihrer ausgezeichneten physikalischen Eigenschaften, z. B. ihrer Härte, Festigkeit und Wärmeleitfähigkeit, bei verschiedenen Arten von Schneidwerkzeugen angewendet. Ein CBN-Sinterkörper wird infolge seiner geringen Reaktivität gegenüber Eisen für Schneidwerkzeuge für eisenhaltiges Material und insbesondere zum Schneiden von hartem, schwer schneidfähigem Material, z. B. von gehärtetem Stahl verwendet.

Andererseits ist es bekannt, daß ein Diamant-Sinterkörper einem CBN-Sinterkörper hinsichtlich seiner Härte und Festigkeit überlegen ist, weil die Diamantpartikel, die härter als die CBN-Partikel sind, im allgemeinen kleine Spaltflächen und kleine Fehlstellen aufweisen und fest miteinander verbunden sind. Ein handelsüblicher Diamant-Sinterkörper kann jedoch infolge seiner schlechten Oxidationsfestigkeit und der Abnahme der Verschleißfestigkeit durch die große Reaktivität gegenüber eisenhaltigem Metall praktisch nicht zum Schneiden von eisenhaltigem Material verwendet werden.

Unter den derzeitigen Gegebenheiten kann jedoch eine ausreichende Verschleißfestigkeit zum Schneiden eines eisenhaltigen Materials, zum Schneiden eines Nichteisen-Materials oder zum gleichzeitigen Schneiden von eisenhaltigen und nichteisenhaltigen Materialien auf Grund der schwierigen Schneidbedingungen, z. B. einer hohen Schnittgeschwindigkeit und der erforderlichen hohen Effektivität, nicht allein durch einen CBN-Sinterkörper oder durch Diamant erreicht werden.

Um die Verschleißfestigkeit zu erhöhen, wurden Verfahren zur Beschichtung konventioneller Schneideinsätze, die aus CBN- und Diamant-Sinterkörpern bestehen, mit verschiedenen verschleißfesten Schichten aus TiN oder dergleichen, durch PVD (physikalisches Bedampfen) oder CVD (chemisches Bedampfen) vorgeschlagen (siehe z. B. japanische Offenlegungsschriften Nr. 61-183187 (1986), 1-96083 (1989) und 1-96084 (1989)). Um eine Beschichtung zu bilden, welche härteren Schneidbedingungen bei einer Hochgeschwindigkeits-Endbearbeitung oder bei einer Schrubbearbeitung widerstehen kann, bzw. um eine verschleißfeste Schicht zu bilden, welche in ihrer Haftfestigkeit zum gesinterten Körper ausgezeichnet ist, ist es jedoch notwendig, die Beschichtung bei einer hohen Temperatur aufzubringen, welche den Schmelzpunkt des Hartlotmetalles übersteigt. Deshalb ist ein hartgelötetes Werkzeug als Basismaterial für einen beschichteten Schneideinsatz ungeeignet. Selbst wenn die Beschichtung durch PVD oder CVD unter Verwendung eines Niedrig-Temperaturverfahrens als Film mit einer Temperatur aufgebracht wird, welche nicht höher ist als die Schmelztemperatur des Hartlotmetalles, um den Einsatz bei einem Werkzeug zum Leichtschnitten, z. B. zur einfachen Endbearbeitung anzuwenden, kann der hartgelötete Bereich in unvorteilhafter Weise geätzt oder durch Reaktion mit gasförmigen Bestandteilen des Rohmaterials der Beschichtung beeinträchtigt werden, wodurch ein Ablösen der Hartlötverbindung verursacht wird, wenn ein hartgelötetes Werkzeug als Basismaterial für den beschichteten Schneideinsatz verwendet wird. Somit ist ein solcher Einsatz in seiner Stabilität einem beschichteten Schneideinsatz, welcher keinen hartgelöteten Bereich aufweist, unterlegen.

Weiterhin sind alle CBN- und Diamant-Sinterkörper in ihrer Farbe einfach schwarz oder braun. Wie zuvor beschrieben, wird ein Schneidwerkzeug, welches aus einem solchen Material hergestellt ist, hauptsächlich zur Endbearbeitung

unter Schneidbedingungen mit geringer Schneidtiefe und bei geringem Vorschub verwendet. Bei einem solchen Schneidwerkzeug ist es nicht so wichtig zu unterscheiden, ob die Ecke einer Schneidkante eines insgesamt hartgelöteten Einsatzes benutzt wurde oder nicht. Bei einem hartgelöteten Einsatz, bei dem eine Anzahl von Eckbereichen als Schneidkanten verwendet werden, ist es jedoch durch die schwarzen oder braunen Oberflächen der Sinterkörper schwierig zu unterscheiden, ob die Ecken benutzt wurden. Deshalb werden diese Schneidwerkzeuge wirkungsvoll mit TiN oder Ni beschichtet. Wenn ein solcher hartgelöteter Einsatz verwendet wird, kann sich jedoch die Temperatur des hartgelöteten Bereiches während der Beschichtung so erhöhen, daß das Hartlotmetall schmilzt, wodurch eine Verschiebung eintreten kann oder der hartgelötete Bereich Schaden nimmt und verlagert wird, wenn er harten Schneidbedingungen ausgesetzt wird.

EP-A-0 369 852 beschreibt ein Schleifwerkzeug in Form eines Kreiszylinders.

Die Terminologie zur Bezeichnung der Komponenten von Schneidwerkzeugen wird z. B. in der japanischen Industrienorm - Schneidwerkzeuge - Wörterverzeichnis - Allgemeine Begriffe - JIS B 0170, 1993 erläutert.

#### Zusammenfassung der Erfindung

Unter Berücksichtigung der zuvor erwähnten Probleme des Standes der Technik ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen harten gesinterten Einsatzkörper zum Schneiden zu schaffen, welcher in seiner Wirtschaftlichkeit verbessert ist und leicht durch Anwendung eines Herstellungsverfahrens mit einer geringen Anzahl von Verfahrensschritten mit jeder Beschichtung versehen werden kann, und welcher eine Geometrie aufweist, welche ein CBN- oder Diamant-Sinterkörperelement in effektiver Weise verwenden kann.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, einen ideal beschichteten CBN-Sinterkörpereinsatz und einen beschichteten Diamant-Sinterkörpereinsatz zu schaffen, welche sowohl eine hohe Härte und Festigkeit der CBN- und Diamant-Sinterkörper als auch eine ausgezeichnete Verschleißfestigkeit der Beschichtungen aufweisen, sowie im Vergleich mit einem konventionellen Werkzeug eine extrem verlängerte Lebensdauer bei der Anwendung zum Schneiden von gehärtetem Stahl, zur Schrubbearbeitung von Gußeisen

oder zur wechselweisen Bearbeitung von z. B. Gußeisen und einer Aluminiumlegierung zeigen.

Noch eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, einen gesinterten Einsatzkörper zu schaffen, welcher die Erkennung erleichtert, ob die Ecke einer Schneidkante zum Schneiden benutzt wurde oder nicht.

Um die zuvor erwähnten Probleme zu lösen, wird ein erfindungsgemäßer gesintertter Einsatzkörper zum Schneiden geschaffen, umfassend eine Zwischenschicht, bestehend aus einem Material, das ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Sinterkarbid, Eisenmetallen und Metallen mit hohem Schmelzpunkt und einer ersten und einer zweiten Schicht, bestehend aus harten Sinterkörpern enthaltend kubisches Bornitrid oder Diamant, welche so angeordnet sind, daß die erste und zweite Schicht die Zwischenschicht jeweils von oben bzw. von unten hält und mit der Zwischenschicht durch Sintern verbunden ist, und so ausgebildet ist, daß seine Front- und Rückflächen die Schneidflächen bilden. Alle das Schneiden betreffende Spitzen R und Flanken sind an der ersten oder der zweiten Schicht ausgebildet, während die Zwischenschicht die Schwerpunktabschnitte der Schneidflächen und den Schwerpunkt des gesamten Einsatzes enthält.

Dieser gesinterte Einsatzkörper zum Schneiden enthält keine hartgelöteten Bereiche, welche bei einer Anzahl von konventionellen Werkzeugen verwendet werden, wodurch das Problem z. B. der Ablösung beim Hochgeschwindigkeitsschneiden oder bei der Schruppbearbeitung vermieden wird. Weiterhin werden die Schwerpunktabschnitte der Schneidflächen und der Schwerpunkt des gesamten Einsatzes aus einem Material hergestellt, welches aus Sinterkarbid, Eisenmetallen und Metallen mit hohem Schmelzpunkt ausgewählt ist, wodurch es möglich ist, leicht Bohrungen zur Befestigung/Fixierung des Einsatzes an einem Halter oder Nuten zur akkuraten Befestigung des Einsatzes auf dem Halter durch Schleifen oder dergleichen einzubringen. Zusätzlich werden die Flanken, die das Schneiden betreffen, insgesamt aus harten Sinterkörperschichten gebildet, die aus CBN oder Diamant bestehen, wodurch die Lebensdauer erhöht werden kann. Dies ist vorstellbar, weil die Verteilung der Spannung, welche beim Schneiden ausgeübt wird, verbessert wird, weil die gesamten Flanken durch die Sinterkörperschichten gebildet werden, welche im Vergleich zu anderen Materialien einen höheren Elastizitätsmodul aufweisen.

Weiterhin ist erkennbar, daß die Lebensdauer spürbar erhöht wird, weil der erfindungsgemäße Einsatz kein Hartlotmetall enthält, welches in seiner Härte und Unnachgiebigkeit dem harten Sinterkörper unterlegen ist.

Der Einsatz wird vorzugsweise entlang der Grenzflächen zwischen der Zwischenschicht und der ersten und zweiten Schicht mit Schichten aus mindestens einem Metall vorgesehen, welches aus einer Gruppe ausgewählt ist, die aus Elementen der Gruppen 4a, 5a und 6a des Periodensystems besteht, oder mit mindestens einer Verbindung, die aus Nitriden, Karbiden und Oxiden mindestens eines Metalls, das aus der vorgenannten Gruppe ausgewählt ist, sowie festen Lösungen daraus besteht, um eine Verbesserung der Haftfähigkeit zu erreichen. Es ist möglich, den Einfluß, welcher durch thermische Spannung oder eine akute Spannung, welche durch Hochgeschwindigkeitsschneiden, Schruppbearbeitung oder die Beschichtung verursacht wird, herabzusetzen, wodurch ein stabiler gesinterter Einsatzkörper zum Schneiden, welcher keine Risse aufweist, durch Vorsehen von Schichten eines vorerwähnten Metalles mit hohem Schmelzpunkt oder einer Verbindung von diesen, welche Verbindungseigenschaften entlang der Grenzflächen zwischen der Zwischenschicht und der ersten und zweiten Schicht besitzt, die sich in ihren Eigenschaften voneinander wesentlich unterscheiden.

Die jeweiligen Dicken der ersten und zweiten Schicht, welche CBN- oder Diamant-Sinterkörper umfassen, beträgt mindestens 1 mm und weniger als 4 mm. Wenn die Dicken geringer als 1 mm sind, entwickelt sich beim Schneiden leicht eine Auskolkung in anderen Bereichen als den harten Sinterkörperschichten, wodurch die Lebensdauer vermindert wird. Wenn die Dicke andererseits 4 mm überschreitet, werden die Sinterkörperschichten unnötig dick, was in Hinblick auf die Herstellungskosten ungünstig ist, wenngleich dies keinen Einfluß auf den Schneidvorgang ausübt.

Weiterhin beträgt die Dicke des Einsatzes vorzugsweise mindestens 1,5 mm und weniger als 5,0 mm. Wenn die Dicke geringer als 1,5 mm ist, ergibt sich der zuvor erwähnte Effekt der Erhöhung der Lebensdauer nur ungenügend, weil die Lebensdauer infolge der Beschädigung einer Seite, welche die andere Seite beim Schneiden im Falle des vertikalen Doppelschneidens beeinflusst, vermindert wird. Wenn die Dicke andererseits mehr als 5 mm beträgt, werden die Flächen des Sinterkörpers über das notwendige Maß hinaus vergrößert, was im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit unvorteilhaft ist.



Weiterhin werden die Oberflächen der Schneidflächen oder sowohl der Schneidflächen und der Flanken vorzugsweise mit dünnen Filmen aus mindestens einem Metall, welches aus einer Gruppe von Elementen ausgewählt ist, die zu den Gruppen 4a, 5a und 6a des Periodensystems gehören oder Al, Si und B umfassen, oder zumindest eine Verbindung darstellen, die aus Nitriden, Karbiden und Oxiden zumindest eines Metalls bestehen, das aus der zuvor erwähnten Gruppe und festen Lösungen von diesen ausgewählt ist. Wenn der gesinterte Einsatzkörper zum Schneiden mit solchen dünnen Filmen beschichtet ist, wird die Verschleißfestigkeit in der Weise erhöht, daß es möglich ist, ein ausgezeichnetes Schneidwerkzeug herzustellen, welches sowohl ausbruch- als auch verschleißfest und in der Lage ist, harten Schneidbedingungen standzuhalten. Weiterhin sind die aufgetragenen Schichten nach dem Schneiden derart abgenutzt, daß die Flächenbereiche des gesinterten Einsatzkörpers freigelegt und in der Farbe verändert sind, wodurch benutzte Eckbereiche des Einsatzes gut erkennbar sind.

Die Härte der dünnen Filme, die als Überzugsschichten dienen, wird wesentlich durch die Basismaterialien beeinflusst, und dieser Einfluß wird als wesentlich betrachtet, wenn die dünnen Filme in ihrer Dicke vermindert sind. Erfindungsgemäß werden harte Sinterkörper, die aus Diamant bestehen ( $H_v = \text{etwa } 9000$ ), welches das härteste Material unter den vorhandenen Substanzen darstellt, oder CBN ( $H_v = \text{etwa } 2800 \text{ bis } 5000$ ), welches das härteste Material nach dem Diamant-Sinterkörper darstellt, als Basismaterialien verwendet, um einen Effekt zur Aufrechterhaltung der Härte der Überzugsschichten auch unter hohen Temperaturbedingungen beim Schneiden aufrecht zu erhalten und zusätzlich die Ablösung der Überzugsschichten merklich zu unterdrücken, was im Falle eines beschichteten Sinterkarbidwerkzeuges, dessen Basismaterial aus WC-Sinterkarbid besteht ( $H_v = \text{etwa } 1800$ ) und einer Überzugsschicht, die nicht in der Lage ist, der elastischen/plastischen Verformung des Basismaterials zu folgen, außerordentlich problematisch ist, wodurch die Verschleißfestigkeit des gesinterten Einsatzes zum Schneiden wesentlich verbessert werden kann.

Erfindungsgemäß werden die Überzugsschichten, welche eine ausgezeichnete Haftung an den Basismaterialien besitzen, durch Ionisationsbeschichtung PVD, durch Plasma-CVD oder dergleichen gebildet, wodurch die elastische/plastische Verformung der Überzugsschichten durch die Grenzflächen zwischen den Basismaterialien und den Überzugsschichten beschränkt wird und die Überzugs-

schichten in ihrer Härte merklich verbessert werden. Die Härte der Überzugsschichten wird nämlich durch die Verwendung von CBN- oder Diamant-Sinterkörpern als Basismaterialien erhöht, um eine außerordentliche Verschleißfestigkeit zu erzielen.

Erfindungsgemäß wird jeder der zuvor erwähnten Oberflächenbereiche des gesinterten Einsatzkörpers zum Schneiden mit mindestens einem Film beschichtet, der aus einer Gruppe ausgewählt ist, welche umfaßt:

- (1) einen (Ti, Al)N-Film;
- (2) einen Übergitter-Viellagen-Verbundfilm (im weiteren als „Übergitter-Viellagen-Verbundfilm aus TiN und AlN“ bezeichnet), welcher durch wiederholtes Übereinanderschichten von TiN und AlN-Schichten gebildet wird, um als Ganzes ein kubisches Röntgenbeugungsmuster zu erhalten, so daß die Dicke von jeder Schicht 0,2 nm bis 20 nm beträgt;
- (3) einen Superfeinkorn-Viellagenfilm (im weiteren als „Superfeinkorn-Viellagenfilm aus TiN und AlN“ bezeichnet) mit zumindest Paaren von TiN und AlN-Schichten mit Korngrößen von 1 nm bis 50 nm in den jeweiligen Schichten; und
- (4) einen Film aus mindestens einer Verbindung, welche aus Nitriden, Karbiden und Oxiden von Ti und festen Lösungen daraus ausgewählt wurde.

Es wurde ermittelt, daß ein gesinteter Einsatzkörper zum Schneiden, welcher (Ti, Al)N-Filme, Superfeinkorn-Viellagenfilme aus TiN und AlN oder Superfeinkorn-Viellagenfilme aus TiN und AlN als Überzugsschichten aufweist, in seiner Verschleißfestigkeit außerordentlich verbessert wird. Als Grund hierfür wurde folgendes erkannt:

Während ein CBN- oder Diamant-Sinterkörperwerkzeug eine extrem hohe Härte und ausgezeichnete Verschleißfestigkeit besitzt, wird die Verschleißfestigkeit beim Schneiden unter hohen Temperaturen sowie in einer Luftatmosphäre außerordentlich reduziert, weil CBN bei einer Temperatur von etwa 900 °C mit Sauerstoff reagiert und  $B_2O_3$  bildet, bzw. Diamant bei einer Temperatur von

etwa 600 °C graphitiert wird und durch Reaktion mit Sauerstoff  $\text{CO}_2$  bildet. Somit ist erklärbar, daß der erfindungsgemäße gesinterte Einsatzkörper zum Schneiden, welcher (Ti, Al)N-Filme, Übergitter-Viellagen-Verbundfilme aus TiN und AlN oder Superfeinkorn-Viellagenfilme aus TiN AlN aufweist, die in ihrer Härte und ihrer Oxidationsfestigkeit gegenüber den CBN-Sinterkörpern überlegen sind, in der Verschleißfestigkeit, im Vergleich zu einfachen CBN- oder Diamant-Sinterkörperwerkzeugen, verbessert wird.

In einer weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsform des gesinterten Einsatzkörpers zum Schneiden wird ein einfacher Film aus  $\text{Al}_2\text{O}_3$  oder ein Mehrlagenfilm, welcher durch Übereinanderschichten von zumindest Paaren von  $\text{Al}_2\text{O}_3$ - und TiCN-Schichten an der Außenseite von jeder Überzugsschicht gebildet wird, aufgebracht.

Nach noch einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen gesinterten Einsatzkörpers zum Schneiden wird eine Einzelschicht aus  $\text{Al}_2\text{O}_3$  oder eine Viellagenschicht, die durch Übereinanderschichten von zumindest Paaren von  $\text{Al}_2\text{O}_3$ - und TiCN-Schichten gebildet wird, nur auf die Außenseite der Überzugsschicht, die an jeder Schneidfläche vorgesehen ist, aufgebracht.

Infolge dieser Struktur der Überzugsschichten wird die Auskolkungsfestigkeit des Einsatzes weiter deutlich verbessert. Dies ist einleuchtend, weil  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , ein Oxid darstellt, das eine überlegene Wärmefestigkeit gegenüber (Ti, Al)N-Filmen besitzt, die Übergitter-Viellagen-Verbundfilme aus TiN und AlN oder die Superfeinkorn-Viellagenfilme aus TiN und AlN eine ausgezeichnete Wirkung ausüben, weil das Maß der Wärmefestigkeit als Faktor für die Auskolkung vorherrschend ist. Beim Schneiden eines schwer schneidbaren harten Materials, z. B. von gehärtetem Stahl, zeigt die Beschichtung mit  $\text{Al}_2\text{O}_3$  lediglich an der Spanfläche einen guten Effekt, weil der Grad der mechanischen Festigkeit als Faktor der Kerbfestigkeit vorherrschend ist. Wenn mindestens Paare von  $\text{Al}_2\text{O}_3$  und TiCN-Schichten übereinandergeschichtet sind, um einen Viellagenfilm zu bilden, ist es möglich, beim  $\text{Al}_2\text{O}_3$  das Auftreten einer groben säulenförmigen Struktur zu unterdrücken, wodurch die Ausbruchfestigkeit bevorzugt weiter verbessert wird.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen gesinterten Einsatzkörpers zum Schneiden werden die äußersten Schichten des

Überzuges an den Schneidflächen des gesinterten Einsatzkörpers zum Schneiden mit TiN beschichtet.

Die (Ti, Al)N-Filme können bei der vorliegenden Erfindung durch eine einfache Ionen-PVD gebildet werden. Übergitter-Viellagen-Verbundfilme oder Superfeinkorn-Viellagen-Verbundfilme aus TiN und AlN oder TiC und AlN können durch Einsatz einer Ionen-Beschichtungsvorrichtung gebildet werden, welche mit mindestens zwei Typen von Metall-Zielelektroden und rotierenden Basismaterialhaltern versehen sind. Es ist möglich, die Übergitter-Viellagen-Verbundfilme oder die Superfeinkorn-Viellagen-Verbundfilme in Abhängigkeit von Unterschieden zwischen den filmbildenden Temperaturen, dem Ausmaß der Bogenentladung und der Größe des Vakuums bei der Einführung von Gas, wie z. B.  $N_2$  oder  $C_2H_2$  zu bilden. Die Figuren 13A und 13B zeigen eine Filmbildungsvorrichtung zur Bildung von Übergitter-Viellagen-Verbundfilmen aus TiC und AlN.

Bei der in den Figuren 13A und 13B dargestellten Filmbildungsvorrichtung ist in einer Kammer 51 eine rotierende Aufnahme 53 vorgesehen, welche mit einer Spannungsquelle 52 für das Substrat und einem rotierenden Halter 54 verbunden ist, der an derselben befestigt ist, und eine Mehrzahl von Basismaterialien 55 sind an den Außenflächen des rotierenden Halters 54 angeordnet. Weiterhin sind eine Mehrzahl von Lichtbogenelektroden 57 und eine Mehrzahl von Metall-Zielelektroden 58, welche mit Lichtbogen-Spannungsquellen 56 verbunden sind, im Umkreis jeweils in der Umgebung der inneren Peripherie der Kammer 51 vorgesehen, so daß die Metallionen von den Metall-Zielelektroden 58 zu den Basismaterialien 55 durch Lichtbogenentladung zwischen den Lichtbogenelektroden 57 und den Metall-Zielelektroden 58 ausgesandt werden. Ein Reaktionsgas wird über eine Einlaßöffnung 51a in die Kammer 51 eingelassen, um eine filmbildende Reaktion mit den Metallionen auf den Basismaterialien 55 zu erzeugen, und es wird aus der Auslaßöffnung 51b ausgelassen.

Bei dem erfindungsgemäßen gesinterten Einsatzkörper zum Schneiden beträgt die Gesamtfilmdicke der Überzugsschichten bevorzugt mindestens  $0,1\ \mu m$  und nicht mehr als  $15\ \mu m$  in den Bereichen, welche die Schneidflächen bilden, und mindestens  $0,1\ \mu m$  und nicht mehr als  $10\ \mu m$  in Bereichen, welche die Flanken bilden.

Wenn die Gesamtfilmdicke der Überzugsschichten geringer als  $0,1\text{ }\mu\text{m}$  in den Bereichen ist, welche die Schneidflächen bilden, können die Eckbereiche nicht unterschieden werden, und die Verschleißfestigkeit wird kaum erhöht. Wenn die Gesamtfilmdicke der Überzugsschichten  $15\text{ }\mu\text{m}$  übersteigt, gehen andererseits die Eigenschaften, die durch Verwendung der CBN- oder Diamant-Sinterkörper als Basismaterialien erreicht werden, verloren, wodurch leicht mechanisch schwache säulenförmige Kristalle gebildet werden können und demzufolge die dynamischen Eigenschaften der Überzugsschichten selbst so vorherrschend sind, daß der Einsatz leicht ausbricht. Weiterhin werden die Überzugsschichten durch Restspannungen merklich so beeinflusst, daß diese ausbrechen oder sich leicht von dem gesinterten Einsatzkörper zum Schneiden ablösen.

In den Bereichen, welche die Flanken bilden, ist andererseits im Unterschied zu den Bereichen, welche die Schneidflächen bilden, der mechanische Verschleiß gegenüber dem thermischen Verschleiß vorherrschender, und demzufolge beträgt die Gesamtdicke der Überzugsschichten in diesen Bereichen bevorzugt mindestens  $0,1\text{ }\mu\text{m}$  und nicht mehr als  $10\text{ }\mu\text{m}$ .

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung eines gesinterten Einsatzkörpers zum Schneiden wird zunächst ein Sandwich-Sinterkörper mit oberen und unteren Schichten, bestehend aus harten Sinterkörpern enthaltend kubisches Bornitrid oder Diamant und einer Zwischenschicht, bestehend aus einem Material ausgewählt aus einer Gruppe bestehend aus Sinterkarbid, Eisenmetallen und Metall mit hohem Schmelzpunkt, welcher zwischen den oberen und unteren Schichten gehalten wird, gebildet. Dann wird eine Elektroentladungsbearbeitung an dem Sandwich-Sinterkörper ausgeführt, um diesen entlang von vier Ebenen zu schneiden, welche rechtwinklig zur oberen und unteren Schicht und zueinander angeordnet sind, wodurch ein zusammengesetzter gesinterner Einsatzkörper in Form eines rechteckigen Parallellflaches ausgeschnitten wird, in welchem die obere Schicht, die Zwischenschicht und die untere Schicht senkrecht zueinander ausgerichtet sind. Dann wird eine Polier- oder Elektroentladungsbearbeitung an dem ausgeschnittenen zusammengesetzten gesinterten Einsatzkörper durchgeführt, wodurch ein gesinterner Einsatzkörper zum Schneiden so gebildet wird, daß alle das Schneiden betreffenden Spitzen R und Flanken durch die oberen und unteren Schichten gebildet werden, und die Zwischenschicht Schwerpunktbereiche der Schneidflächen und den Schwerpunkt des gesamten Einsatzes umfaßt.

Entsprechend diesem Herstellungsverfahren kann der zuvor erwähnte gesinterte Einsatzkörper zum Schneiden durch eine relativ geringe Anzahl von Schritten gebildet werden, ohne daß ein Schritt des Hartlötens erforderlich ist.

In einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung eines gesinterten Einsatzkörpers zum Schneiden einen Schritt zum Ausbilden von Überzugsschichten, bestehend aus zumindest einem Metall, das aus einer Gruppe ausgewählt ist, die die Elemente der Gruppe 4a, 5a und 6a des Periodensystems, Al, Si und B enthält oder zumindestens eine Verbindung, die aus den Nitriden, Karbiden und Oxiden von zumindestens einem Element, das aus der Gruppe oder festen Lösungen davon ausgewählt ist, enthält, nur an den Schneidflächen oder sowohl an den Schneidflächen und den Flanken des gesinterten Einsatzkörpers durch PVD oder CVD, zusätzlich zu den zuvor erwähnten Schritten.

Entsprechend diesem Herstellungsverfahren kann der zuvor erwähnte gesinterte Einsatzkörper zum Schneiden, welcher Überzugsschichten aufweist, durch relativ einfache Schritte mit ausgezeichneter Haftfestigkeit gebildet werden.

Die vorstehenden sowie weitere Aufgaben, Merkmale, Aspekte und Vorteile der vorliegenden Erfindung sollen nunmehr durch die folgende detaillierte Beschreibung der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die anliegenden Zeichnungen weiter verdeutlicht werden.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Die Figuren 1A und 1B sind perspektivische Ansichten, welche zwei Arten von Formen anhand von Beispielen der erfindungsgemäßen gesinterten Einsatzkörper zeigen;

Fig. 2 ist eine perspektivische Ansicht, welche einen Sandwich-Sinterkörper zeigt, der eine Scheibenform aufweist, die in einem Schritt zur Herstellung eines gesinterten Einsatzkörpers als Beispiel der vorliegenden Erfindung gebildet wird;

Fig. 3A ist eine perspektivische Ansicht, welche die Schnittlinien zeigt, die auf einer Fläche des in Fig. 2 dargestellten Sinterkörpers ausgeführt werden, um denselben durch Elektroentladungsbearbeitung zu schneiden, und Fig. 3B ist eine perspektivische Ansicht, die einen gesinterten Einsatzkörper in vergrößerter Darstellung zeigt, welcher durch Elektroentladungsbearbeitung ausgeschnitten wurde;

Fig. 4A ist eine perspektivische Ansicht, die ein Beispiel eines erfindungsgemäßen gesinterten Einsatzkörpers zum Schneiden zeigt, welcher mit einer Durchgangsbohrung zur mittigen Befestigung des Einsatzes an einem Halter versehen ist, und Fig. 4B ist eine perspektivische Ansicht eines Einsatzes, welcher in seiner Gesamtform dem in Fig. 4A dargestellten Einsatz ähnlich ist, welcher jedoch keine Durchgangsbohrung in seiner Mitte aufweist;

Fig. 5 ist eine perspektivische Ansicht, die ein Beispiel eines erfindungsgemäßen, im wesentlichen gleichseitig-dreieckigen gesinterten Einsatzkörpers zum Schneiden zeigt, welcher in seiner Mitte eine Durchgangsbohrung zur Befestigung des Einsatzes an einem Halter aufweist;

Fig. 6A zeigt ein Beispiel eines erfindungsgemäßen Einsatzes, welcher an einem Halter befestigt ist, um einen Schneidvorgang auszuführen; und Fig. 6B ist eine perspektivische Ansicht, die den in Fig. 4A dargestellten, im wesentlichen rechteckförmigen gesinterten Einsatzkörper zeigt, welcher an einem Halter befestigt ist, und Fig. 6C ist eine perspektivische Ansicht, die den in Fig. 5 dargestellten im wesentlichen gleichseitig-dreieckigen Einsatz zeigt, welcher an einem Halter befestigt ist;

Fig. 7 ist eine perspektivische Ansicht, die einen scheibenförmigen gesinterten Körper zeigt, welcher durch einen bekannten Schritt zur Herstellung eines Schneideinsatzes unter Anwendung des Hartlötens gebildet wurde;

die Figuren 8A und 8B sind perspektivische Ansichten, welche zwei Arten von Formen von konventionellen Einsätzen zeigen, die durch Bonden der aus dem in Fig. 7 dargestellten gesinterten Körper ausgeschnittenen Schneidkantenbereiche auf Einsatzkörper mittels Hartlötens hergestellt wurden;

die Figuren 9A, 9B und 9C sind perspektivische Ansichten, welche drei Arten von Formen von gesinterten Einsatzkörpern zeigen, bei welchen kein Hartlöten angewendet wurde;

die Figuren 10A und 10B sind perspektivische Ansichten, die zwei Typen von hartgelöteten Einsätzen zeigen, welche als Vergleichsmuster bei einem Schneidversuch mit einem erfindungsgemäßen Beispiel verwendet wurden;

Fig. 11A ist eine Draufsicht, welche das vordere Ende eines Einsatzes zum Schneiden in vergrößerter Darstellung zeigt, um eine Spitze R und eine Ebene NL des Einsatzes zum Schneiden darzustellen, Fig. 11B ist eine Schnittdarstellung, welche einen Bereich nahe einer Schneidkante eines Einsatzes in vergrößertem Zustand zeigt, um die Definition eines Winkels  $\theta$  und einer Breite L bei der Beschreibung der Form einer Ebene NL darzustellen, und Fig. 11C ist eine Schnittdarstellung, welche einen Bereich nahe der Schneidkante eines Einsatzes in vergrößerter Darstellung zeigt, um die Definition einer Flankenabnutzungsbreite W1 und einer Auskolkungsbreite W2 zu geben;

Fig. 12A ist eine typische Schnittdarstellung eines gesinterten Chipkörpers, welcher eine einfache nichtgebundene Überzugsschicht aufweist, Fig. 12B ist eine typische Schnittdarstellung, die einen gesinterten Chipkörper zeigt, welcher eine Viellagen-Überzugsschicht aufweist, und die Figuren 12C und 12D sind typische Schnittdarstellungen, welche den Bereich A in Fig. 12B in vergrößerter Darstellung mit bezug auf jeweils einen Superfeinkorn-Viellagenfilm und einen Übergitter-Viellagenfilm zeigen; und

die Figuren 13A und 13B sind Schnittansichten von vorn und von oben, welche eine filmbildende Vorrichtung unter Verwendung einer Lichtbogenionisationsbeschichtung zeigen, die bei Beispielen der vorliegenden Erfindung angewendet wird.

#### Beschreibung von bevorzugten Ausführungsformen

Nunmehr sollen Beispiele der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben werden. Die folgenden Beispiele zeigen lediglich einen Teil der Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung, und die Erfindung ist selbstverständlich nicht auf diese Beispiele beschränkt.



## Beispiel 1

Eine Pulvermischung wurde durch Mischen von 70 Volumenprozent CBN-Pulver und einem Rest von TiN, Al und unvermeidlichen Verunreinigungen vorbereitet. Diese Pulvermischung wurde in ein Mo-Gefäß eingegeben und leicht zusammengepreßt. Danach wurde ein scheibenförmiges gesintertes Karbidteil in das Mo-Gefäß eingelegt, welches seinerseits weiter mit Pulver beaufschlagt und durch einen Generator für superhohe Drücke unter 50 kb bei 1440 °C für 30 Minuten gesintert wurde. Das gesinterte Mo-Gefäß wurde durch Schleifen entfernt, um einen zusammengesetzten gesinterten Körper zu erhalten, der aus einer Zwischenschicht 21 aus gesinterten Karbid und gesinterten CBN-Körperschichten 22a und 22b besteht, wie dies in Fig. 2 erkennbar ist. Die Dicken der gesinterten Karbidschicht 21 und der gesinterten CBN-Körperschichten 22a und 22b betrugen jeweils 2,0 bis 2,3 mm und 2,3 bis 2,5 mm. Die gesinterten CBN-Körperschichten 22a und 22b wurden durch Röntgenbeugung analysiert, wodurch CBN, TiN, AlN, TiB<sub>2</sub> und AlB<sub>2</sub> zusammen mit unvermeidlichen Verunreinigungen von Co und Fe ermittelt wurden.

Dann wurde dieser zusammengesetzte gesinterte Körper mittels einer Elektroentladungsbearbeitungsmaschine entlang von Linien auf seiner oberen Fläche geschnitten, wie dies in Fig. 3A dargestellt ist, um Einsätze herzustellen, von denen jeder die in Fig. 3B dargestellte Form aufwies. Jeder Einsatz wurde mit einem Schleifwerkzeug weiterbearbeitet, um einen gesinterten Einsatzkörper 23 zum Schneiden zu erhalten, welcher eine im wesentlichen quadratische Hauptfläche aufweist, die in Fig. 1A dargestellt ist. Der gesinterte Einsatzkörper 23 zum Schneiden umfaßt eine Zwischenschicht 24, die aus gesintertem Karbid besteht, sowie eine erste und eine zweite Schicht 25a und 25b, die aus CBN-Sinterkörpern bestehen, welche angeordnet sind, um die Zwischenschicht 24 jeweils von oben und von unten zu halten. Die Zwischenschicht 24 ist so geformt, daß sie mittlere Schwerpunktabschnitte der Schneidflächen des Einsatzes 23 zum Schneiden sowie den des Gesamteinsatzes 23 zum Schneiden enthält. Weiterhin sind alle das Schneiden betreffenden Spitzen R und Flanken an den Oberflächen der ersten und zweiten Schicht 25a und 25b in den jeweiligen Eckbereichen des gesinterten Einsatzkörpers 23 zum Schneiden ausgebildet.

Ein Teil einer Mehrzahl von in der vorerwähnten Weise gebildeten gesinterten Einsatzkörpern 23 zum Schneiden, wurde in der Mitte der Zwischenschicht 24 mit einer Durchgangsbohrung 26 zur Befestigung/Fixierung des Einsatzes 23 an einem Halter durch Schrauben versehen, wie dies in Fig. 4A erkennbar ist, während der übrige Teil nicht mit einer Durchgangsbohrung 26 versehen wurde, sondern in dem in Fig. 4B dargestellten Zustand belassen und an einem Halter 28 auf einer Bodenplatte 27 befestigt wurde, wie dies in den Figuren 6A und 6C erkennbar ist.

Um den Einsatz 23 zum Schneiden an dem Halter 28 zu befestigen/zu fixieren, wurde ein Klemmelement 29 auf die obere Fläche des Halters 28 aufgeschraubt, um den gesinterten Einsatzkörper 23 zum Schneiden anzudrücken, wie dies in den Figuren 6A und 6B erkennbar ist, wodurch eine Trennung des gesinterten Einsatzkörpers 23 vom Halter 28 verhindert wird. Fig. 6A ist eine Seitenansicht, welche den gesinterten Einsatzkörper 23 zum Schneiden beim Schneiden eines rotierenden Werkstückes 30 zeigt.

Muster eines gesinterten Einsatzkörpers 23 zum Schneiden nach Beispiel 1 wurden entsprechend SNMN090208 und SNGN090208 nach ISO-Norm vorbereitet, und der Radius jeder Spitze R, dessen Definition in Fig. 11 A dargestellt ist, war mit 0,8 mm bei jedem Muster festgesetzt.

Die Form des Halters 28 betreffend wurde ein Schneidkanten-Neigungswinkel und ein seitlicher Spanwinkel von jeweils  $-5^{\circ}$  und  $-6^{\circ}$  festgesetzt. Die Form jeder negativen Phase (NL) betreffend, die in Fig. 11B dargestellt ist, wurden der Winkel  $\theta$  und die Breite L mit jeweils  $25^{\circ}$  und 0,1 mm bei jedem Muster festgesetzt.

Zum anderen wurden gesinterte Körper aus demselben Pulvergemisch wie im Beispiel 1 vorbereitet und einem Hartlöten und einer Formgebung ausgesetzt, wodurch jeweils die Einsätze zum Schneiden 11a, 11b sowie 10a, die in den Figuren 10A, 10B und 9A dargestellt sind, als Vergleichsmuster entstanden.

Die Spitzen R dieser Vergleichseinsätze zum Schneiden und die Formen der Halter für diese wurden gleich denen des Beispiels 1 festgesetzt. Bei den in den Figuren 10A und 10B dargestellten Einsätzen 11a und 11b wurden die Schneidkantenbereiche 14a und 14b auf die Einsatzkörper 12a und 12b aus gesintertem

Karbid jeweils durch Hartlötten auf die Bodenplatten 13a und 13b gebondet/fixiert.

Die jeweiligen Einsätze 23 zum Schneiden, welche in der zuvor erwähnten Weise gebildet waren, wurden einem Schneidversuch unter den folgenden Bedingungen ausgesetzt:

Werkstück:           runde Stange aus SKD11 mit einer Härte HRC 60  
periphere Schnittgeschwindigkeit:   180 m/min  
Schnitttiefe:        0,4 mm  
Vorschub:           0,25 mm  
Schneidart:         trocken  
Schneidzeit:        20 Minuten

Tabelle 1 zeigt die Ergebnisse des Schneidversuches.

Tabelle 1

Muster Nr.	Fig. Nr.	Typ usw.	Flankenabnutzungsbreite
1-1	Fig. 4(A)	SNMN090208 (ISO-Norm)	0,155 mm
1-2	Fig. 4(B)	SNMN090208 (ISO-Norm)	0,151 mm
1-3	Fig. 10(A)	dito: hart gelötet	gesinterter Körper löste sich nach 10 Minuten
1-4	Fig. 10(B)	dito: hart gelötet	gesinterter Körper löste sich nach 10 Minuten
1-5	Fig. 9(A)	dito: mit Schneidflächen aus CBN	0,160 mm, ausgebrochen

Bemerkungen)   Muster Nr. 1-1, 1-2:       erfindungsgemäße Muster  
                  Muster Nr. 1-3 bis 1-5:   Vergleichsmuster

## Beispiel 2

In einer dem Beispiel 1 ähnlichen Weise wurden gesinterte Körperschichten, die 60 Volumenprozent CBN-Pulver und den Rest von TiC, AlN, TiB<sub>2</sub>, AlB<sub>2</sub>, WC und unvermeidliche Verunreinigungen enthielten, durch Elektroentladungs-

bearbeitung und Schleifen in einen Sandwich-CBN-Sinterkörper umgeformt, der eine Zwischenschicht 32 enthält, die aus metallischem Mo besteht, um einen Einsatz 31 zum Schneiden zu bilden, der im wesentlichen die Form eines gleichseitigen Dreieckes (Typ TNGN nach JIS) besitzt, wie er in Fig. 1B dargestellt ist.

Die Dicken ( $t_1$  und  $t_2$ , dargestellt in Fig. 1B) der ersten und zweiten Schicht 33a und 33b des Einsatzes 31 zum Schneiden, die aus CBN-Sinterkörpern bestehen, wurden mit Mengen von Pulver durchsetzt, das bei der Bildung der Sinterkörper zugegeben wurde, sowie Elektroentladungsschneid- und Schleifschritten ausgesetzt. Des weiteren wurde die Dicke ( $T$ , dargestellt in Fig. 1B) des Gesamteinsatzes 31 in einem gewünschten Maß durch Elektroentladungsschneiden und Schleifen der oberen und unteren Flächen festgelegt. Die Schneidkante des Einsatzes 31 zum Schneiden wurde so bearbeitet, daß der Radius jeder Spitze  $R$  1,2 mm betrug, und jede NL-Fläche wurde mit einem Winkel  $\theta$  von  $25^\circ$  und einer Breite  $L$  von 0,1 mm festgesetzt. Wie Fig. 6C zeigt, wurde der Einsatz 31 zum Schneiden in einem Halter 28 auf einer Bodenplatte 27 befestigt/fixiert, und ein Klemmelement 29 wurde auf den Halter 28 geschraubt, um den Einsatz 31 zum Schneiden nach unten zu drücken.

Zum anderen wurde ein hartgelöteter Einsatz zum Schneiden aus gesinterten Körpern, welche eine Zusammensetzung ähnlich der des Beispiels 2 aufwiesen, als Vergleichsbeispiel gebildet.

Die Muster des in der zuvor erwähnten Weise gebildeten Einsatzes 31 zum Schneiden wurden einem Schneidversuch unter den folgenden Bedingungen unterzogen:

Werkstück:	runde Stange aus FCD500 mit einer Härte HB200
periphere Schnittgeschwindigkeit:	400 m/min
Schnitttiefe:	0,5 mm
Vorschub:	0,2 mm
Schneidart:	trocken

Tabelle 1 zeigt die Ergebnisse des Schneidversuches.

In Tabelle 2 sind die Muster Nr. 2-9 hartgelötete Einsätze, welche als Vergleichsbeispiele hergestellt wurden.

Tabelle 2

Muster Nr.	Dicke der CBN-Schicht (mm)	Dicke des Einsatzes (mm)	Schneidzeit bis zum Abplatzen (Min.)
2-1	0,9	1,4	14
2-2	1,2	2,5	15
2-3	2,1	3,2	32
2-4	1,8	4,5	38
2-5	4,5	3,2	29
2-6	2,5	3,2	33
2-7	2,0	5,0	37
2-8	1,4	6,0	27
2-9	1,0	3,2	7

### Beispiel 3

Muster eines Sandwich-Sinterkörpers umfassen gesinterte Körperschichten, die 88 Volumenprozent CBN und den Rest Boride und Karbide von Co und W, AlN und unvermeidliche Verunreinigungen enthalten, welche eine Zwischenschicht halten, die aus einem der in Tabelle 3 aufgeführten Materialien Sinterkarbid, Eisenmetall oder einem Metall mit hohem Schmelzpunkt besteht und in ähnlicher Weise wie im Beispiel 1 gebildet wurde. Dann wurden TiN-Schichten an den Schnittflächen von einigen der Muster vorgesehen. Danach wurde eine Elektroentladungsbearbeitung an den Mustern des zusammengesetzten Sinterkörpers vorgenommen, wie sie durch eine Elektroentladungsbearbeitungsmaschine erfolgt, um die Einsätze auszuschneiden, welche ihrerseits einer Messung der Festigkeitswerte der Grenzflächen unterzogen wurden.

Im Beispiel 3 wurde keine Bearbeitung der in Fig. 11B dargestellten NL-Fläche ausgeführt.

Es wurde ein Vergleichsmuster Nr. 3-6 durch Zusammenlöten gesintelter Karbidelemente vorbereitet, wie dies in Tabelle 3 dargestellt ist, und es wurde die

Festigkeit der hartgelöteten Fläche gemessen. Als Hartlot-Metall wurde handelsübliches Silberlot verwendet.

Tabelle 3 zeigt die Ergebnisse der zuvor erwähnten Messung.

Tabelle 3

Muster Nr.	Material der Zwischenschicht	Schnittstellenschicht	Scherfestigkeit
3-1	gesintertes Karbid	keine	53
3-2	gesintertes Karbid	keine	55
3-3	Mo	keine	40
3-4	SKH-Stahl	ja	58
3-5	W	ja	65
3-6	-	Silberlot	25

Aus den in Tabelle 3 dargestellten Ergebnissen geht hervor, daß jedes erfindungsgemäße Muster im Vergleich mit dem Vergleichsmuster Nr. 3-6 eine höhere Scherfestigkeit aufweist, ungeachtet des Vorhandenseins/Nichtvorhandenseins der Grenzfläche.

#### Beispiel 4

Ein Sandwich-Sinterkörper wurde durch Bonden von Sinterkörperschichten, die 85 Volumenprozent Diamant und einem Rest aus Co, WC und unvermeidlichen Verunreinigungen enthielten, in Positionen zum Halten einer Zwischenschicht aus metallischem Mo gebildet. Danach wurde dieser Sinterkörper durch eine Elektroentladungsbearbeitungsmaschine geschnitten sowie geschliffen, um einen Einsatz zum Schneiden zu bilden.

Im Beispiel 4 wurde keine Bearbeitung der in Fig. 11B dargestellten NL-Fläche durchgeführt. Im allgemeinen wird bei einem Einsatz, welcher eine Schneidkante aus einem Diamant-Sinterkörper aufweist, keine NL-Fläche angeformt.

Der so geformte Einsatz zum Schneiden wurde einem Schneidversuch unter den folgenden Bedingungen unterzogen:

Werkstück:           runde Stange aus einer Aluminiumlegierung, die 18 % Si  
                          enthält  
periphere Schnittgeschwindigkeit:   900 m/min  
Schnitttiefe:           1,0 mm  
Vorschub:            0,2 mm  
Schneidart:           trocken

Ein handelsüblicher hartgelöteter Einsatz wurde ebenfalls dem Schneidversuch als Vergleichsbeispiel unterzogen.

Im Ergebnis des Schneidversuches war der Einsatz zum Schneiden nach Beispiel 4 in der Lage, Werkstücke 60 Minuten lang ohne Ausbrechen zu bearbeiten, wohingegen sich der Sinterkörper von einem hartgelöteten Bereich des Vergleichseinsatzes nach einer Bearbeitung der Werkstücke von 35 Minuten ablöste.

#### Beispiel 5

Zunächst wurde ein Pulvergemisch durch Mischen von 60 Volumenprozent CBN mit einem Rest aus TiCN, Al, WC und unvermeidlichen Verunreinigungen vorbereitet. Dann wurde dieses Pulver in ein Mo-Gefäß eingegeben und leicht zusammengedrückt. Danach wurde ein scheibenförmiges gesintertes Karbid-element in das Mo-Gefäß eingefügt, welches seinerseits weiter mit Pulver beaufschlagt und durch einen Generator für superhohen Druck unter 50 kb bei 1450 °C für 30 Minuten gesintert wurde. Das gesinterte Mo-Gefäß wurde durch Schleifen entfernt, um einen zusammengesetzten Sinterkörper zu erhalten, der eine gesinterte Karbidschicht 21 und CBN-Sinterkörperschichten 22a und 22b enthielt, wie dies in Fig. 2 dargestellt ist. Die Dicken der gesinterten Karbid-zwischenschicht 21 und der gesinterten CBN-Körperschichten 22a und 22b betrugen jeweils 1,8 bis 2,0 mm und 2,0 bis 2,2 mm. Die gesinterten CBN-Körperschichten 22a und 22b wurden durch Röntgenbeugung analysiert, wodurch CBN, TiN, AlN, TiB<sub>2</sub>, AlB<sub>2</sub>, WC und Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> zusammen mit unvermeidlichen Verunreinigungen von Co und Fe ermittelt wurden.

Dann wurde dieser zusammengesetzte Sinterkörper mit den gleichen Schritten wie im Beispiel 1 bearbeitet, um einen gesinterten Einsatzkörper 23 zum Schneiden zu bilden, welcher eine im wesentlichen quadratisch geformte

Hauptfläche aufweist, wie dies in Fig. 1A dargestellt ist. Eine Zwischenfläche 24, erste und zweite Schichten 25a und 25b, Spitzen R und Flanken dieses gesinterten Einsatzkörpers 23 zum Schneiden waren der im Beispiel 1 dargestellten Grundstruktur gleich. Konkreter ausgedrückt, hatte der Einsatz 23 die Form eines rechteckigen Parallellflaches mit einer im wesentlichen quadratischen Hauptfläche mit einem Umkreisradius von 6 mm und einer Dicke von 2,5 mm, während der Radius von jeder Spitze R 0,8 mm betrug.

Die in den Tabellen 4 bis 6 dargestellten Überzugsschichten wurden auf den Oberflächen der Muster des gesinterten Einsatzkörpers 23 zum Schneiden in der zuvor erwähnten Weise durch PVD und CVD gebildet. Die Figuren 12A bis 12D sind typische Schnittansichten zur Darstellung des Zustandes der Überzugsschichten der Muster Nr. 4-8, 4-11 und 4-12. Wie die Fig. 12A zeigt, wird eine nicht übereinandergeschichtete Überzugsschicht auf der Oberfläche eines zusammengesetzten Sinterkörpers aus einer gesinterten Karbidschicht 61, die WC-Co und einem CBN-Sinterkörper 62 umfaßt, gebildet. Das Muster Nr. 4-8 hat diese Struktur. Andererseits zeigt Fig. 12B eine Struktur, welche eine viellagige Überzugsschicht 64 aufweist. Die Überzugsschicht 64 besitzt eine körnige Kristallstruktur, wie sie in Fig. 12C in vergrößerter Form dargestellt ist, wenn dieselbe aus einem Superfeinkorn-Viellagenfilm besteht, während die Schicht 64, die in Fig. 12D in vergrößerter Form dargestellt ist, eine säulenförmige Kristallstruktur aufweist, wenn sie aus einem Übergitter-Viellagen-Verbundfilm besteht. Die Muster Nr. 4-11 und 4-12 besitzen nämlich die jeweils in den Fig. 12C und 12D dargestellten Überzugsschichten.

Die Muster Nr. 4-1 bis 4-10 und 4-17 bis 4-20 wurden durch eine einfache Lichtbogenionisierungs-Beschichtungs-PVD gebildet. Zum anderen wurden die Muster Nr. 4-11 bis 4-16, 4-21, 4-22, 4-26, 4-27 und 4-28 durch folgende Schritte gebildet: Die in den Figuren 13A und 13B dargestellte Lichtbogenionisierungs-Beschichtungsanordnung wurde im Inneren mit einer Vakuumatmosphäre von etwa  $10^{-5}$  Torr versehen, und danach wurde Ar-Gas eingeführt, so daß die Atmosphäre bei etwa  $10^{-3}$  Torr gehalten wurde, wobei die Vorrichtung auf etwa 400 °C erhitzt wurde. Der Basismaterialhalter 54 wurde gedreht und die Chips wurden unter Anwendung von Spannungen von etwa 800 V gereinigt. Dann wurde das Ar-Gas ausgelassen und N<sub>2</sub>-Gas, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>-Gas und O<sub>2</sub>-Gas wurden in Mengen von 100 cm<sup>3</sup>/min bis 300 cm<sup>3</sup>/min in die Vorrichtung eingelassen. Mindestens zwei der Zielelektroden aus Ti, Zr, Cr, Nb, B, Si und Al wurden



durch Vakuum-Lichtbogenentladung verdampft/ionisiert, um alternativ jeweils TiN- und AlN-Schichten, TiN- und  $\text{Si}_3\text{N}_4$ -Schichten, NbC- und AlN-Schichten, CrN- und AlN-Schichten, TiC- und AlN-Schichten, TiCN- und AlN-Schichten, ZrN- und AlN-Schichten sowie TiN- und BN-Schichten auf den Chips zu bilden. Die Oberflächen dieser Viellagen-Filme wurden poliert und danach einer Röntgenbeugung unterzogen, wodurch Röntgenbeugungsmuster von allen Übergitter-Viellagen-Verbundfilmen kubische Strukturen zeigten, während jene mit ausschließlich Superfeinkorn-Viellagenfilmen gemischte Schichten zeigten.

Zum anderen wurden ein konventionelles Werkzeug, das keinen hartgelöteten Bereich aufwies und in Fig. 9A dargestellt ist, sowie hartgelötete Einsätze, die in den Figuren 8A, 10A und 10B dargestellt sind, aus demselben Pulver wie die vorhergehenden als Vergleichsmuster vorbereitet.

Die Muster Nr. 4-1 bis 4-25 der in der zuvor erwähnten Weise gebildeten gesinterten Einsatzkörper 23 zum Schneiden wurden einem Schneidversuch unter den folgenden Bedingungen unterzogen:

Werkstück:	aufgekohltes/abgeschrecktes SCM415-Teil mit einer Härte HRC60
Schnittgeschwindigkeit:	150 m/min
Schnitttiefe:	0,2 mm
Vorschub:	0,1 mm/U
Schneidart:	trocken
Schneidzeit:	40 Minuten

Die Tabellen 4 bis 6 zeigen die Ergebnisse hinsichtlich der Breiten der Flankenabnutzung nach dem Schneidversuch.

Tabelle 4

Muster Nr.	Struktur und Dicke der Überzugsschicht auf der Flanke			Flanken- abnutzung Breite (mm)	Zustand des Eckbereiches
	erste Schicht	äußerste Schicht	Durchschnitt- liche Filmdicke ( $\mu\text{m}$ )		
	Zusammen- setzung	Zusammen- setzung			
4-1	TiN	-	0,05	0,205	nicht erkennbar
4-2	TiN	-	0,1	0,210	erkennbar
4-3	TiN	-	9	0,205	erkennbar
4-4	TiN	-	11	-	Überzugsschicht innerhalb von 5 Minuten ausgebrochen
4-5	TiC	-	5	0,165	erkennbar
4-6	TiCN	-	5,5	0,155	erkennbar
4-7	TiCNO	-	5	0,160	erkennbar
4-8	(Ti <sub>0,5</sub> , Al <sub>0,5</sub> )N	-	5	0,110	nicht erkennbar
4-9	(Ti <sub>0,5</sub> , Al <sub>0,5</sub> )C	-	5,5	0,115	nicht erkennbar
4-10	(Ti <sub>0,5</sub> , Al <sub>0,5</sub> )C <sub>0,5</sub> N <sub>0,5</sub>	-	5	0,105	nicht erkennbar

Tabelle 5

Muster Nr.	Struktur und Dicke der Überzugsschicht auf der Flanke			Flanken- abnutzung Breite (mm)	Zustand des Eckbereiches
	erste Schicht	äußerste Schicht	Durchschnitt- liche Filmdicke ( $\mu\text{m}$ )		
	Zusammen- setzung				
4-11	Wechselweise überein- andergeschichtete TiN- Schichten (10 nm) und AlN- Schichten (10 nm) (Ultrafeiner übereinander- geschichteter Überzugsfilm)	-	5,5	0,115	nicht erkennbar
4-12	Wechselweise übereinander- geschichtete TiN-Schichten (5 nm) und AlN-Schichten (3 nm) (übereinanderge- schichteter Übergitter- Überzugs-Verbundfilm)	-	5	0,085	nicht erkennbar
4-13	Wechselweise übereinander- geschichtete TiC-Schichten (5 nm) und AlN-Schichten (3 nm) (übereinanderge- schichteter Übergitter- Überzugs-Verbundfilm)	-	5,5	0,090	nicht erkennbar
4-14	Wechselweise übereinander- geschichtete TiCN-Schichten (5 nm) und AlN-Schichten (3 nm) (übereinanderge- schichteter Übergitter- Überzugs-Verbundfilm)	-	5,5	0,090	nicht erkennbar
4-15	Wechselweise übereinander- geschichtete ZrN-Schichten (5 nm) und AlN-Schichten (3 nm) (übereinanderge- schichteter Übergitter- Überzugs-Verbundfilm)	-	5	0,095	nicht erkennbar
4-16	Wechselweise übereinander- geschichtete TiN-Schichten (5 nm) und BN-Schichten (3 nm) (übereinanderge- schichteter Übergitter- Überzugs-Verbundfilm)	-	5	0,105	nicht erkennbar
4-17	Au	-	0,1	0,210	erkennbar
4-18	Ni	-	1	0,210	erkennbar
4-19	Ti	-	1	0,205	erkennbar

Tabelle 6

Muster Nr.	Struktur und Dicke der Überzugsschicht auf der Flanke					Flanken- abnutzung Breite (mm)	Zustand des Eck- bereiches
	erste Schicht		äußerste Schicht		Durchschn. Filmdicke ( $\mu\text{m}$ )		
	Zusammen- setzung	Durchschn. Filmdicke ( $\mu\text{m}$ )	Zusammen- setzung	Durchschn. Filmdicke ( $\mu\text{m}$ )			
4-20	$(\text{Ti}_{0,5}\text{Al}_{0,5})\text{N}$	4,5	TiN	0,5	5	0,090	erkennbar
4-21	Wechselweise übereinandergeschichtete TiN-Schichten (3nm) und AlN-Schichten (3nm) (übereinandergeschichteter Übergitter-Überzugs-Verbundfilm)	4,5	TiN	0,5	5	0,085	erkennbar
4-22	Wechselweise übereinandergeschichtete TiN-Schichten (3nm) und AlN-Schichten (3nm) (übereinandergeschichteter Übergitter-Überzugs-Verbundfilm)	5	Au	1,0	5,1	0,120	erkennbar
4-23	In Fig. 9A dargestellter hartgelöteter Einsatz (ohne Überzugsschicht)				-	0,210	nicht erkennbar
4-24	In Fig. 8A dargestellter hartgelöteter Einsatz (ohne Überzugsschicht)				-	0,225	nicht erkennbar
4-25	$(\text{Ti}_{0,5}\text{Al}_{0,5})\text{N}$ (In Fig. 10A dargestellter hartgelöteter Einsatz)		-		5	-	Lösen der Lötverbindung in 30 Minuten
4-26	Wechselweise übereinandergeschichtete TiN-Schichten (10 nm) und $\text{Si}_3\text{N}_4$ -Schichten (10 nm) (ultrafeiner übereinandergeschichteter Überzugsfilm)		-		5,2	0,125	nicht erkennbar
4-27	Wechselweise übereinandergeschichtete NbC-Schichten (5 nm) und AlN-Schichten (3 nm) (übereinandergeschichteter Übergitter-Überzugs-Verbundfilm)		-		5,0	0,120	nicht erkennbar
4-28	Wechselweise übereinandergeschichtete CrN-Schichten (5 nm) und AlN-Schichten (3 nm) (übereinandergeschichteter Übergitter-Überzugs-Verbundfilm)		-		5,2	0,115	nicht erkennbar

Aus den in den Tabellen 4 bis 6 dargestellten Ergebnissen ist erkennbar, daß es bei den Mustern Nr. 4-2, 4-3 und 4-17 bis 4-19 im Vergleich mit dem Vergleichsmuster Nr. 4-23 leichter war, die benutzten Ecken zu erkennen, weil diese mit den Überzugsschichten nach Beispiel 5 versehen waren. Bei den Mustern Nr. 4-5 bis 4-7 war es andererseits im Vergleich mit dem Vergleichsmuster Nr. 4-23 leichter, die benutzten Ecken zu erkennen, und die Einsätze waren in ihrer Ver-

schleißfestigkeit, verglichen mit den Vergleichsmustern Nr. 4-23 und 4-24 merklich verbessert. Die Muster Nr. 4-8 bis 4-16 waren im Vergleich zu den Vergleichsmustern Nr. 4-23 und 4-24 in ihrer Verschleißfestigkeit merklich verbessert. Bei den Mustern Nr. 4-20 bis 4-22 war es weiterhin leichter, die benutzten Ecken zu erkennen, und die Einsätze waren in ihrer Verschleißfestigkeit im Vergleich zu den Vergleichsmustern Nr. 4-23 und 4-24 merklich verbessert. Bei den CBN-Sinterkörperbereichen des Musters Nr. 4-1 blieben sowohl die Flanken als auch die Schneidflächen nach der Beschichtung schwarz, und es war unmöglich, die benutzten Ecken zu erkennen. Bei den Muster Nr. 4-4 waren die Überzugsschichten 5 Minuten nach dem Beginn des Schneidens ausgebrochen. Damit wird klar, daß die geeigneten Dicken der Überzugsschichten in bezug auf die Flanken zwischen 0,1 und 10  $\mu\text{m}$  liegen. Bei dem Muster Nr. 4-25 trat eine Lösung der Hartlötverbindung 30 Minuten nach dem Beginn des Schneidens ein.

#### Beispiel 6

Ein zusammengesetzter Sinterkörper mit einer Sandwich-Struktur, welcher CBN-Sinterkörper besitzt, die 85 Volumenprozent CBN und im Rest Boride und Karbide von W und Co, Boride von TiN, Al und Ti, AlN und unvermeidliche Verunreinigungen enthalten, wurde in gleicher Weise wie das Beispiel 5 gebildet. Ti-Metallfolie wurde bei der Zuführung des Pulvers eingefügt, um Grenzflächenschichten entlang der Grenzflächen zwischen einer Zwischenschicht, die aus gesintertem Karbid besteht sowie gesinterten CBN- Körperschichten zu bilden, wobei Ti ein Metall mit hohem Schmelzpunkt ist. Aus diesem zusammengesetzten Sinterkörper wurde ein gesinterter Einsatzkörper zum Schneiden hergestellt, welcher eine in Fig. 5 dargestellte dreieckige Hauptfläche aufwies. Die in den Tabellen 7 und 8 angegebenen Überzugsschichten wurden auf Mustern dieser gesinterten Einsatzkörper zum Schneiden durch Lichtbogen-Ionisationsbeschichtung PVD und Plasma CVD gebildet. Die Radien der Spitzen R der Schneidkanten wurden mit 1,2 mm festgesetzt, und die Muster der Einsätze wurden zum Hochleistungsschneiden von SKH51-Werkstücken unter den im folgenden beschriebenen Bedingungen verwendet. Um die Überzugsschichten nur an den Schneidflächen vorzusehen, wie dies bei dem Muster Nr. 5-6 dargestellt ist, wurden die gesinterten Einsatzkörper zum Schneiden zunächst insgesamt beschichtet und danach wurden nur die Flanken poliert. Bei den Mustern Nr. 5-1, 5-2 und 5-7 wurden die TiCN-Schichten mittels einer Stoff-CVD unter folgenden Bedingungen aufgebracht: Ofentemperatur 800 °C, Ofendruck

30 Torr, Reaktionsgaszusammensetzung 95,4 Vol.%  $H_2$  - 4 Vol.%  $TiCl_4$  - 0,6 Vol.%  $CH_3CN$  sowie eine Reaktionszeit von 6 Stunden, und danach wurden Einzelschichten aus  $Al_2O_3$  oder Vielschichtfilme durch Übereinanderschichten von zumindest Paaren von  $TiCN$  und  $Al_2O_3$ -Schichten mittels einfacher CVD gebildet. Bei den Mustern Nr. 5-3 bis 5-6 und 5-8 wurden andererseits die ersten Schichten durch Lichtbogenverdampfungs-Ionisationsbeschichtungs-PVD und die in den Figuren 13A und 13B dargestellte Lichtbogen-Ionisationsbeschichtung in ähnlicher Weise wie im Beispiel 5 aufgebracht, und danach wurden die äußersten Schichten durch einfache thermische CVD in einer anderen filmbildenden Vorrichtung aufgebracht. Zum Zwecke des Vergleichs wurde ein Schneidversuch auch mit einem in Fig. 8B dargestellten hartgelöteten Einsatz und einem in Fig. 5 dargestellten gesinterten Einsatzkörper, die keine Grenzflächenschichten zwischen der Zwischenschicht und den gesinterten CBN-Körperschichten aufwiesen, durchgeführt.

Werkstück:	runde Stange aus SKH51 mit einer Härte von HRC 64
periphere Schnittgeschwindigkeit:	80 m/min
Schnitttiefe:	0,75 mm
Vorschub:	0,1 mm/U
Schneidart:	naß
Schneiddauer:	15 Minuten

Die Tabellen 7 und 8 zeigen die Ergebnisse hinsichtlich der Breiten der Flankenabnutzung nach dem Schneidversuch.

Tabelle 7

Muster Nr.	Struktur und Dicke der Überzugsschicht										Aus- kolkungs- breite (mm)	
	Flanke			Schneidfläche				Flanken- ab- nutzung Breite (mm)				
	Erste Schicht		Durchschn. Filmdicke ( $\mu\text{m}$ )	Außerste Schicht		Durchschn. Filmdicke ( $\mu\text{m}$ )						
	Zusammen- setzung	$\mu\text{m}$		Zusammen- setzung	$\mu\text{m}$							
5-1	TiCN		4	5	9	TiCN	7	$\text{Al}_2\text{O}_3$	8	15	0,280 (0,560)	0,040 am Ende ausgetrocknen
5-2	TiCN		4	6	10	TiCN	8	$\text{Al}_2\text{O}_3$	9	17	-	Sofort nach Be- ginn des Schnei- dens abgetrennt
5-3	$(\text{Ti}_{0,5}\text{Al}_{0,5})\text{N}$		3	4	7	$(\text{Ti}_{0,5}\text{Al}_{0,5})\text{N}$	5	$\text{Al}_2\text{O}_3$	7	12	0,195 (0,400)	0,035 am Ende ausgetrocknen
5-4	wahlweise überein- andergesch. TiN- Schichten (3nm) u. AlN-Schichten (3 nm) (über-einan- derschicht. Über- gitter-Überzugs- Verbundfilm)		3	4	7	wahlweise überein- andergesch. TiN- Schichten (3nm) u. AlN-Schichten (3 nm) (über-einan- derschicht. Über- gitter-Überzugs- Verbundfilm)	4	$\text{Al}_2\text{O}_3$	7	11	0,155 (0,380)	0,040 am Ende ausgetrocknen
5-5	wahlw. überein- andergesch. TiN- Schichten (3nm) u. AlN-Schichten (3 nm) (über-einan- derschicht. Über- gitter-Überzugs- Verbundfilm)		3	7	10	wahlweise überein- andergesch. TiN- Schichten (3nm) u. AlN-Schichten (3 nm) (über-einan- derschicht. Über- gitter-Überzugs- Verbundfilm)	4	wahlweise über-einander- geschichtete Schichten von TiCN (0,3 $\mu\text{m}$ ) und $\text{Al}_2\text{O}_3$ (0,7 $\mu\text{m}$ )	7	11	0,165 (0,360)	0,045
5-6	-		-	-	-	wahlweise überein- andergesch. TiN- Schichten (3nm) u. AlN-Schichten (3 nm)	4	wahlw. über- einandergesch. Schichten von TiCN (0,3 $\mu\text{m}$ ) u. $\text{Al}_2\text{O}_3$ (0,7 $\mu\text{m}$ )	7	11	0,275 (0,300)	0,050

Bemerkung) In Klammern stehende Werte der Flankenabnutzungsbreite: Grenzabnutzung

Tabelle 8

Muster Nr.	Struktur und Dicke der Überzugsschicht auf der Flanke				Flanken- abnutzung	Aus- kolkungs- breite
	Flanke		Schneidfläche		Breite (mm)	breite (mm)
	Zusammen- setzung	durchschn. Filmdicke ( $\mu\text{m}$ )	Zusammen- setzung	durchschn. Filmdicke ( $\mu\text{m}$ )		
5-7	TiCN	9	TiCN	14	0,275 (0,345)	0,075
5-8	Wechselweise übereinanderge- schichtete TiN- Schichten (5nm) und AlN-Schich- ten (3nm) (übereinanderge- schichteter Über- gitter-Überzugs- Verbundfilm)	8	Wechselweise übereinanderge- schichtete TiN- Schichten (5nm) und AlN-Schich- ten (3nm) (übereinanderge- schichteter Über- gitter-Überzugs- Verbundfilm)	13	0,155 (0,350)	0,065
5-9	In Fig. 8B dargestellter hartgelöteter Einsatz				Sofort nach Beginn des Schneidens abgelöst	
5-10	gesinterter Einsatzkörper zum Schneiden nach Fig. 5 ohne Grenzflächenschicht zwischen CBN-Sinterkörper und Zwischenschicht aus gesintertem Karbid				Abgetrennt entlang Schnittfläche zwischen gesintertem CBN-Kör- per und Zwischenschicht nach 14 Minuten	

Bemerkung) In Klammern stehende Werte der Flankenabnutzungsbreite: Grenzabnutzung

Aus den Ergebnissen der Muster Nr. 4-1, 5-1 und 5-2 ist erkennbar, daß die geeigneten Dicken der Überzugsschichten mit Bezug auf die Schnittflächen zwischen 0,1 und 15  $\mu\text{m}$  liegen. Aus den Ergebnissen der Muster Nr. 5-1 und 5-3 bis 5-8 ist außerdem erkennbar, daß  $\text{Al}_2\text{O}_3$  zur Unterdrückung der Auskolkung sehr geeignet ist, und daß ein Vielschichtfilm, der durch Übereinanderschichten von zumindest Paaren aus  $\text{Al}_2\text{O}_3$  und TiCN-Schichten infolge der ausgezeichneten Ausbruchfestigkeit noch geeigneter ist. Aus dem Ergebnis des Musters Nr. 5-6 wurde klar, daß die Grenzabnutzung reduziert werden kann, wenn nur die Schneidflächen beschichtet werden. Weiterhin ist aus den Ergebnissen der Muster Nr. 5-9 und 5-10 erkennbar, daß ein Einsatz, welcher Grenzflächenschichten besitzt, die Ti als Metall mit hohem Schmelzpunkt entlang der Schnittflächen zwischen einer Zwischenschicht aus gesintertem



Karbid und den gesinterten CBN-Körperschichten aufweist, eine außerordentliche Festigkeit besitzt, um Werkstücke zu schneiden, die einen hohen Schneidwiderstand aufweisen, z. B. jene, die im Beispiel 6 verwendet wurden.

#### Beispiel 7

Jedes der in den Beispielen 4 oder 6 genannten Muster mit einem gesinterten Einsatzkörper zum Schneiden, welches aus Diamant- oder CBN-Sinterkörpern besteht, wurde durch Beschichtung sowohl der Flanken als auch der Schneidflächen mit einer TiCN-Schicht von 8  $\mu\text{m}$  vorbereitet und dem folgenden Schneidversuch unterzogen: Eine runde Stange, welche durch Kombination eines FCD550-Teiles und einer Aluminiumlegierung mit 16 % Si-Anteil hergestellt wurde, so daß sie ein Schneidverhältnis von 2:3 aufwies, wurde als Werkstück verwendet, dessen äußere Peripherie mit einer Schnittgeschwindigkeit von 250 m/min, einer Schnittiefe von 0,25 mm und einem Vorschub von 0,2 mm/U im Trockenschneidverfahren während 15 Minuten bearbeitet wurde. Aus Vergleichsgründen wurde derselbe Schneidversuch mit den in den Beispielen 4 oder 6 genannten Vergleichsmustern aus gesinterten Einsatzkörpern zum Schneiden, die aus Diamant- oder CBN-Sinterkörpern ohne Überzugsschichten bestanden, durchgeführt. Tabelle 9 zeigt die Ergebnisse.

Tabelle 9

Muster Nr.	Typ des gesinterten Einsatzes zum Schneiden	Breite der Flankenabnutzung (mm)
6-1	Gesinterter Einsatzkörper zum Schneiden, welcher einen gesinterten CBN-Körper umfaßt	Ausgebrochen in 5 Minuten
6-2	Beschichteter gesinterter Einsatzkörper zum Schneiden, welcher einen gesinterten CBN-Körper umfaßt	0,125
6-3	Gesinterter Einsatzkörper zum Schneiden, welcher einen gesinterten Diamantkörper umfaßt	0,278
6-4	Beschichteter gesinterter Einsatzkörper zum Schneiden, welcher einen gesinterten Diamantkörper umfaßt	0,118

Durch die Ergebnisse der Muster Nr. 6-1 bis 6-4 wird klar, daß ein gesinterter Einsatzkörper zum Schneiden, welcher Diamant- oder CBN-Sinterkörper ver-

wendet, durch die Beschichtung eine ausgezeichnete Lebensdauer beim gleichzeitigen Schneiden von Eisen- und Nichteisenmaterialien aufweist.

Die Strukturen der gesinterten Einsatzkörper zum Schneiden, welche im Zusammenhang mit den Beispielen beschrieben wurden, sowie die Herstellungsverfahren derselben, sind lediglich typische Beispiele. Weitere, von diesen abweichende Typen sind selbstverständlich anwendbar, sofern diese innerhalb des in den Patentansprüchen beschriebenen Schutzzumfanges der vorliegenden Erfindung liegen.

Obwohl die vorliegende Erfindung ausführlich beschrieben und dargestellt wurde, ist es selbstverständlich, daß dies lediglich beispielhaft und zum Zwecke der Darstellung erfolgte und nicht in einschränkendem Sinne aufgefaßt werden darf, wobei der Schutzzumfang der vorliegenden Erfindung nur durch die Begriffe der anliegenden Patentansprüche begrenzt wird.

### Patentansprüche

1. Gesinterter Einsatzkörper zum Schneiden, welcher Schneidflächen aufweist und ein zusammengesetzter gesinterter Einsatzkörper ist, umfassend:  
eine Zwischenschicht (21, 24, 32) bestehend aus einem Material, das ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Sinterkarbid, Eisenmetallen und Metallen mit hohem Schmelzpunkt; und  
einer ersten und einer zweiten Schicht (22, 25, 33), bestehend aus harten Sinterkörpern enthaltend kubisches Bornitrid oder Diamant, welche so angeordnet sind, daß die erste und zweite Schicht besagte Zwischenschicht (21, 24, 32) jeweils von oben bzw. von unten hält und mit besagter Zwischenschicht (21, 24, 32) durch Sintern verbunden ist,  
wobei besagte Zwischenschicht (21, 24, 32) so ausgebildet ist, daß sie den Schwerpunkt des gesamten Einsatzes enthält,  
**dadurch gekennzeichnet, daß**  
der gesinterte Einsatzkörper so ausgebildet ist, daß seine Front- und Rückflächen die Schneidflächen bilden, wobei jede das Schneiden betreffende Spitze R und jede Flanke entweder auf der ersten Schicht oder auf der zweiten Schicht ausgebildet ist, und wobei die Zwischenschicht die Schwerpunktabschnitte der Schneidflächen enthält.
2. Gesinterter Einsatzkörper (23) zum Schneiden nach Anspruch 1, bei dem entlang der Zwischenflächen zwischen der Zwischenschicht (8, 21, 24, 32) und der ersten und zweiten Schichten (9, 22a, 22b, 25a, 25b, 33a, 33b) Schichten vorgesehen sind, aus mindestens einem Metall, das ausgewählt ist aus einer Gruppe, die aus den Elementen der Gruppen 4a, 5a und 6a des Periodensystems besteht, oder mit zumindest einer Verbindung, ausgewählt aus den Nitriden, Karbiden und Oxiden mindestens eines Metalls, das aus der Gruppe ausgewählt ist, sowie festen Lösungen daraus.

3. Gesinterter Einsatzkörper (23) zum Schneiden nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die vertikale Dicke jeder der ersten und zweiten Schichten (9, 22a, 22b, 25a, 25b, 33a, 33b) mindestens 1,0 mm und weniger als 4,0 mm beträgt.
4. Gesinterter Einsatzkörper (23) zum Schneiden nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die Dicke des zusammengesetzten gesinteren Einsatzkörpers, d. h. der Abstand zwischen der Front- und Rückfläche, die die Schneidflächen bilden, mindestens 1,5 mm und weniger als 5,0 mm beträgt.
5. Gesinterter Einsatzkörper (23) zum Schneiden nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem Überzugsschichten ausgebildet sind auf den Oberflächen nur der Schneidflächen oder sowohl den Schneidflächen und den Flanken, bestehend aus mindestens einem Metall, ausgewählt aus einer Gruppe, bestehend aus Elementen der Gruppen 4a, 5a und 6a des Periodensystems und Al, Si, B oder zumindest eine Verbindung ausgewählt aus den Nitriden, Karbiden und Oxiden zumindest eines Metalls, das aus der Gruppe ausgewählt ist und feste Lösungen daraus.
6. Gesinterter Einsatzkörper (23) zum Schneiden nach Anspruch 5, bei dem jede der Überzugsschichten aus einer (Ti, Al)N Schicht besteht.
7. Gesinterter Einsatzkörper (23) zum Schneiden nach Anspruch 5, bei dem jede der Überzugsschichten besteht aus einer Übergitter-Viellagenverbundschicht, ausgebildet durch wiederholtes Übereinanderschichten von TiN und AlN Schichten, um als Ganzes ein kubisches Röntgenbeugungsmuster zu erhalten, wobei die Dicke der gestapelten Schichten mindestens 0,2 nm und nicht mehr als 20 nm beträgt.
8. Gesinterter Einsatzkörper (23) zum Schneiden nach Anspruch 5, bei dem jede der Überzugsschichten besteht aus einer Superfeinkornviellagenschicht mit zumindest Paaren von TiN und AlN Schichten, von denen jede aus superfeinen Körnern besteht mit mindestens 1 nm und nicht mehr als 50 nm Korngröße, wobei die Dicke jeder Schicht mindestens 1 nm und nicht mehr als 60 nm beträgt.

9. Gesinterter Einsatzkörper (23) zum Schneiden nach Anspruch 5, bei dem jede Überzugsschicht besteht aus zumindest einer Verbindung ausgewählt aus Nitriden, Karbiden und Oxiden von Ti und fest Lösungen daraus.
10. Gesinterter Einsatzkörper (23) zum Schneiden nach einem der Ansprüche 6 bis 9, bei dem die Oberflächen jeder Überzugsschicht beschichtet ist mit einer Einzelschicht aus  $\text{Al}_2\text{O}_3$  oder einer Viellagenschicht erhalten durch Aufeinanderschichten von zumindest Paaren von  $\text{Al}_2\text{O}_3$  und TiCN Schichten.
11. Gesinterter Einsatzkörper (23) zum Schneiden nach einem der Ansprüche 6 bis 9, bei dem die Oberflächen nur derjenigen Überzugsschichten die auf den Schneidflächen ausgebildet sind beschichtet sind mit Einzelschichten aus  $\text{Al}_2\text{O}_3$  oder Viellagenschichten erhalten durch Übereinanderschichten von zumindest Paaren von  $\text{Al}_2\text{O}_3$  und TiCN Schichten.
12. Gesinterter Einsatzkörper (23) zum Schneiden nach einem der Ansprüche 6 bis 8, bei dem die äußerste der aufeinander geschichteter Schichten, welche jeweils besagte die Überzugsschicht bilden, eine TiN Schicht ist.
13. Gesinterter Einsatzkörper (23) zum Schneiden nach einem der Ansprüche 6 bis 12, bei dem die gesamte Schichtdicke der Überzugsschichten mindestens  $0,1 \mu\text{m}$  und nicht mehr als  $15 \mu\text{m}$  ist in den Bereichen, die die Schneidflächen bilden, und zumindest  $0,1 \mu\text{m}$  und nicht mehr als  $10 \mu\text{m}$  ist in den Bereichen, die die Flanken bilden.
14. Verfahren zum Herstellen eines gesinterten Einsatzkörpers zum Schneiden umfassend die Schritte:  
Ausbilden eines Sandwich-Sinterkörpers mit oberen und unteren Schichten, bestehend aus harten Sinterkörpern enthaltend kubisches Bornitrid oder Diamant und einer Zwischenschicht, bestehend aus einem Material ausgewählt aus einer Gruppe bestehend aus Sinterkarbid, Eisenmetallen und Metallen mit hohem Schmelzpunkt, welcher zwischen den oberen und unteren Schichten gehalten wird, **gekennzeichnet durch die Ausführung einer Elektroentladungsbearbeitung an dem**

Sandwichsinterkörper und Schneiden desselben entlang einer Mehrzahl von ebenen senkrecht zu den oberen und unteren Schichten und zueinander, wodurch ein zusammengesetzter gesinterter Einsatzkörper in der Form eines Prismas ausgeschnitten wird, wobei die obere Schicht, die Zwischenschicht und die untere Schicht miteinander in vertikaler Richtung ausgerichtet sind; und

Ausführen einer Polier- oder Elektroentladungsbearbeitung an dem zusammengesetzten gesinterten Einsatzkörper wie er ausgeschnitten ist, zum Ausbilden des gesinterten Einsatzkörpers zum Schneiden derart, daß jede das Schneiden betreffende Spitze R und jede Flanke entweder durch die obere Schicht oder die untere Schicht gebildet ist, und die Zwischenschicht die Schwerpunktabsnitte der Schneidflächen und den Schwerpunkt des gesamten Einsatzes enthält.

15. Verfahren zum Herstellen eines gesinterten Einsatzkörpers (23) zum Schneiden nach Anspruch 14, umfassend einen Schritt des Ausbildens einer Überzugsschicht bestehend aus zumindest einem Metall ausgewählt aus einer Gruppe bestehend aus den Elementen der Gruppen 4a, 5a und 6a des Periodensystems, Al, Si und B, oder zumindest einer Verbindung ausgewählt aus den Nitriden, Carbiden und Oxiden von zumindest einem Element ausgewählt aus der Gruppe und fest Lösungen daraus, durch PVD (physikalische Gasphasenabscheidung) oder CVD (chemische Gasphasenabscheidung).

FIG. 1A

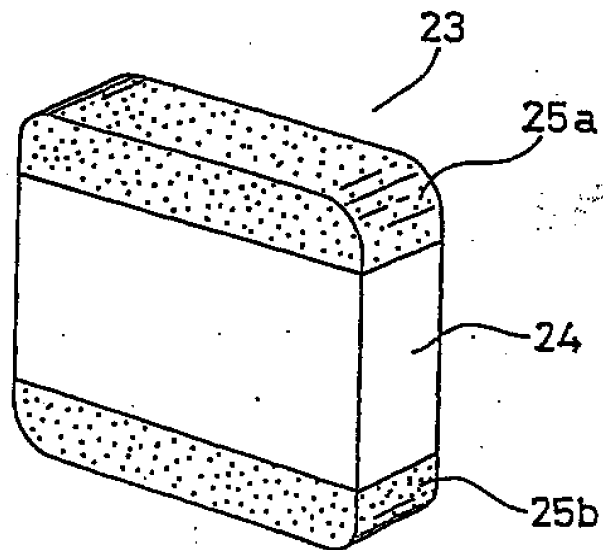


FIG. 1B

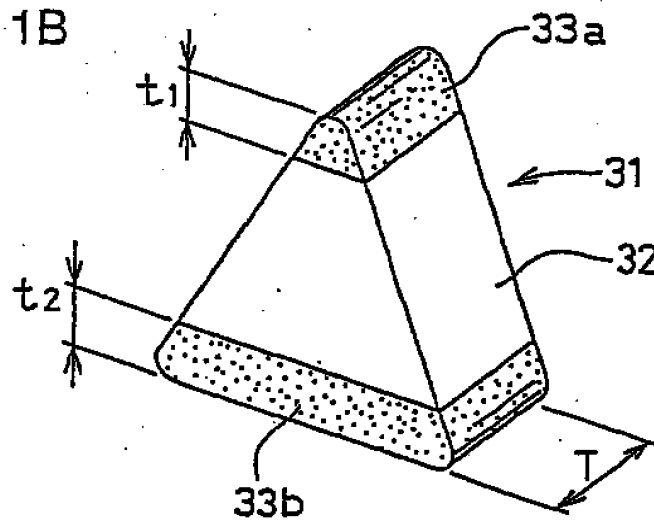


FIG. 13A

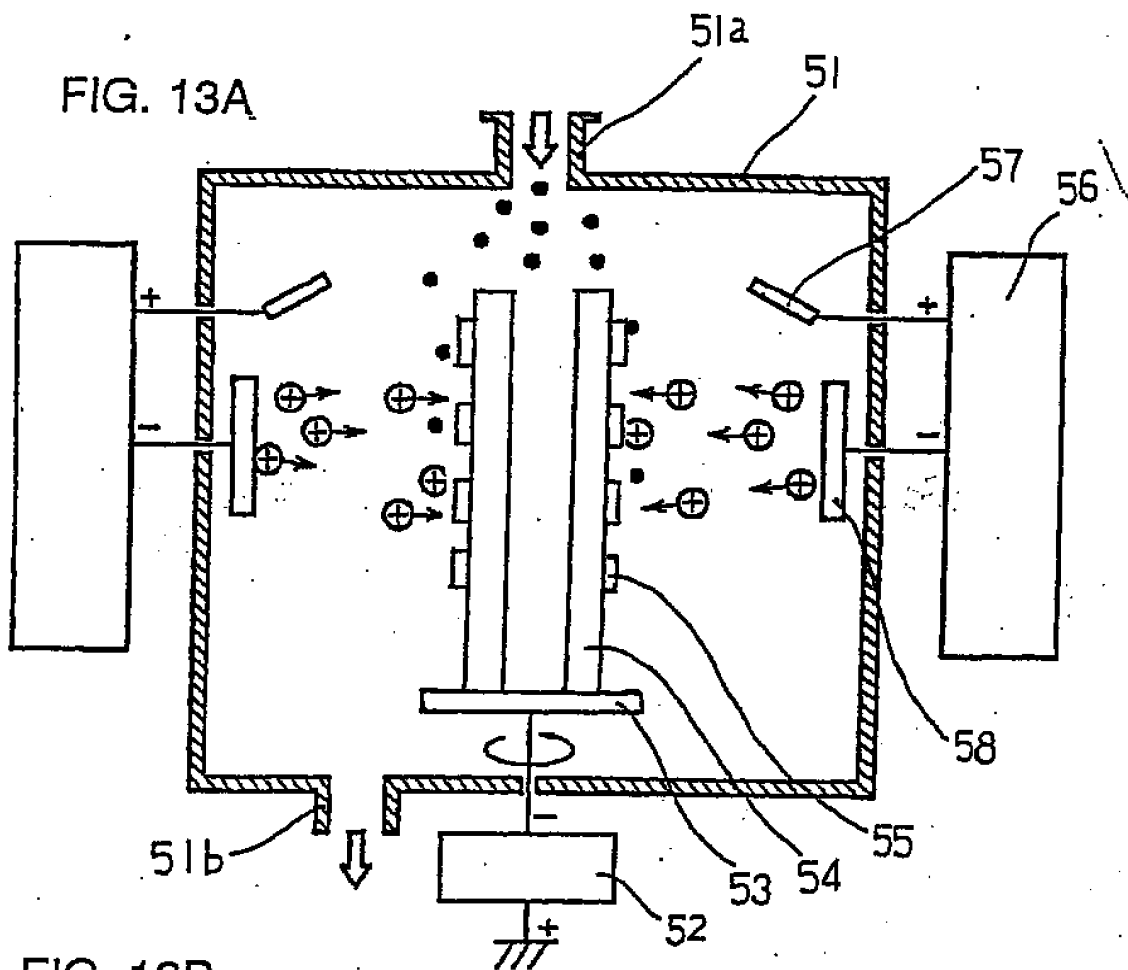


FIG. 13B

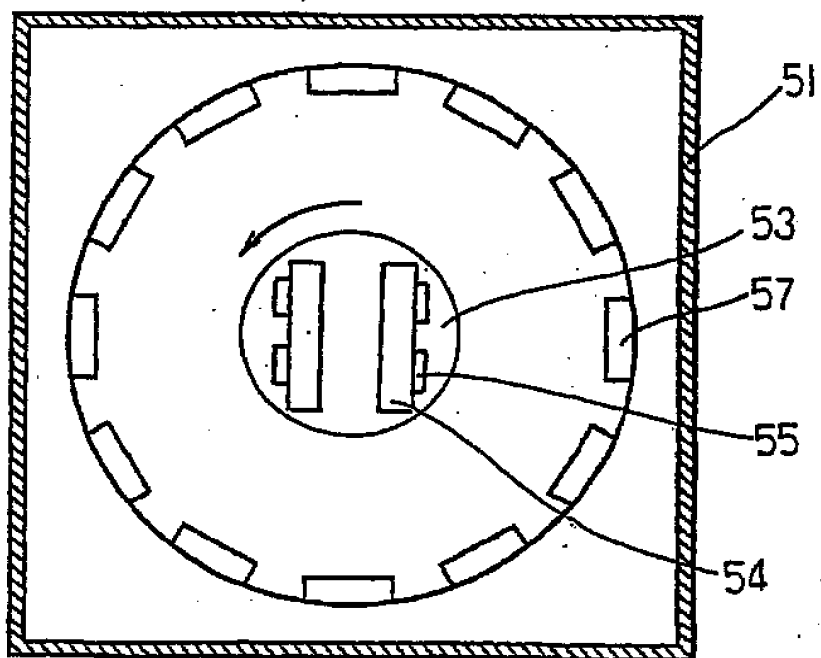




FIG. 2

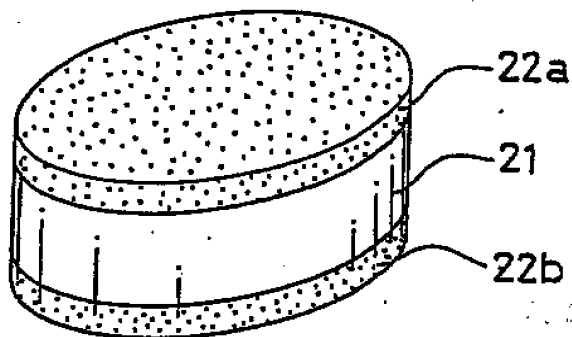


FIG. 3A

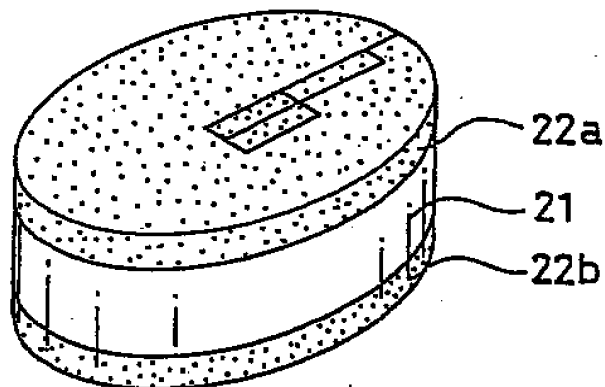


FIG. 3B

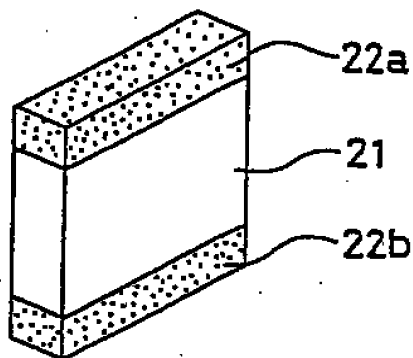


FIG. 4A

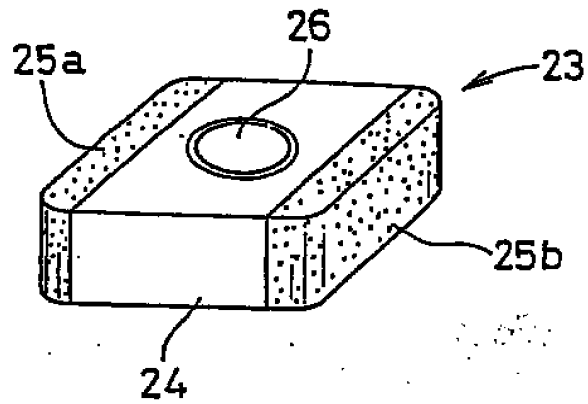


FIG. 4B

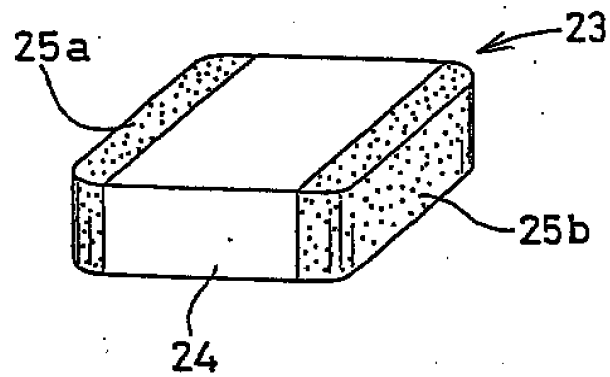


FIG. 5

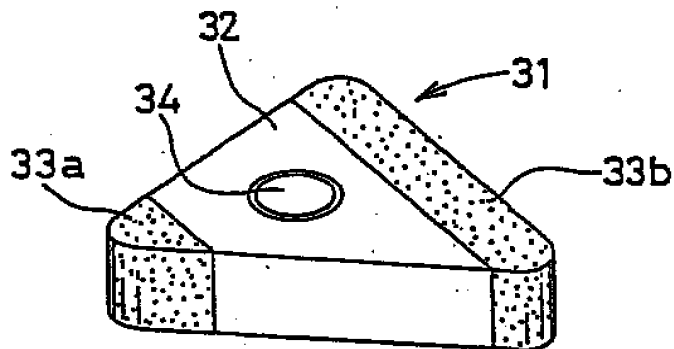


FIG. 6A

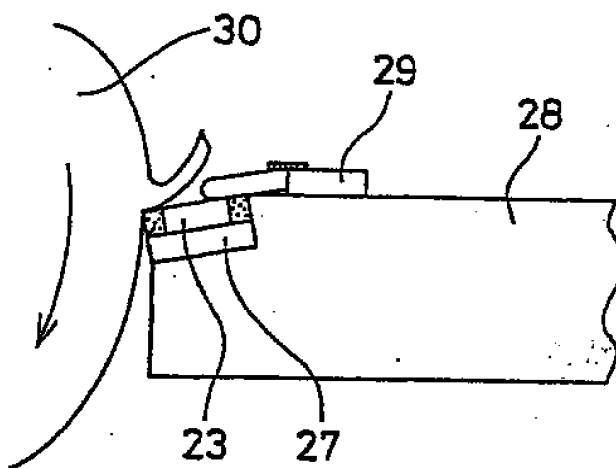


FIG. 6B

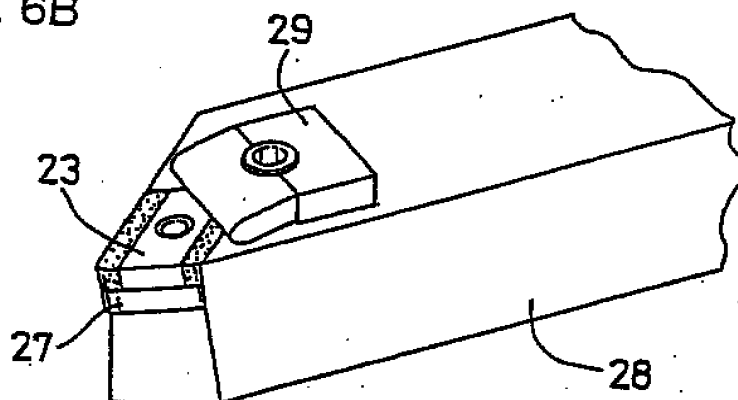


FIG. 6C

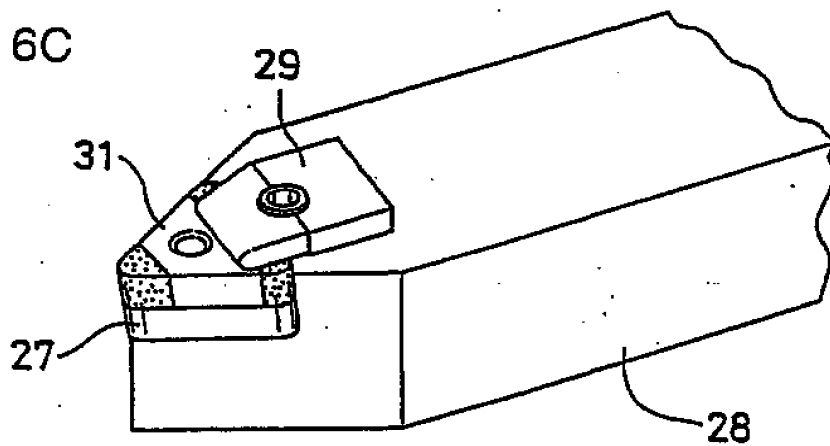


FIG. 7

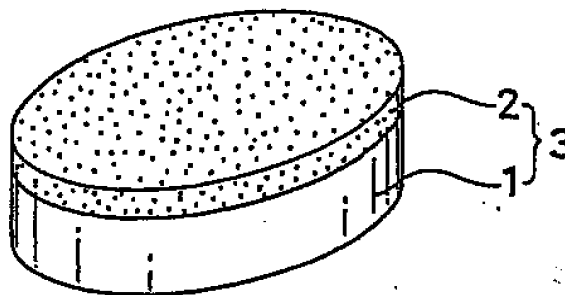


FIG. 8A

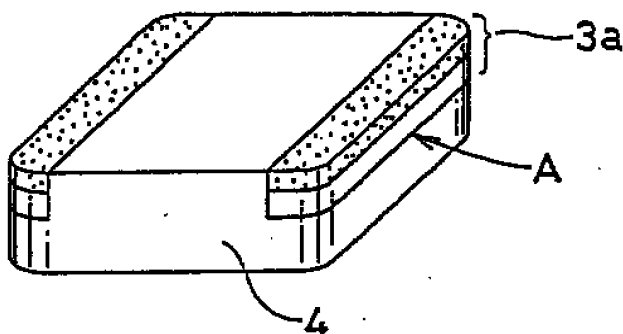


FIG. 8B

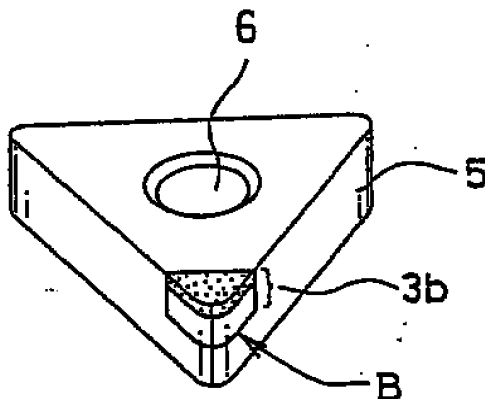


FIG. 9A

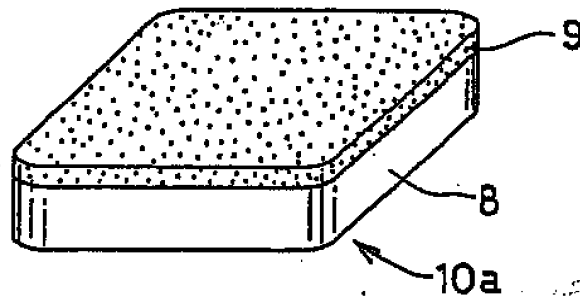


FIG. 9B

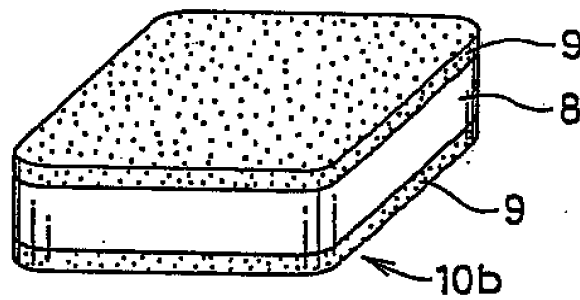


FIG. 9C

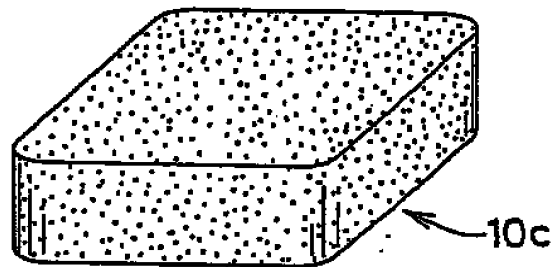


FIG. 10A

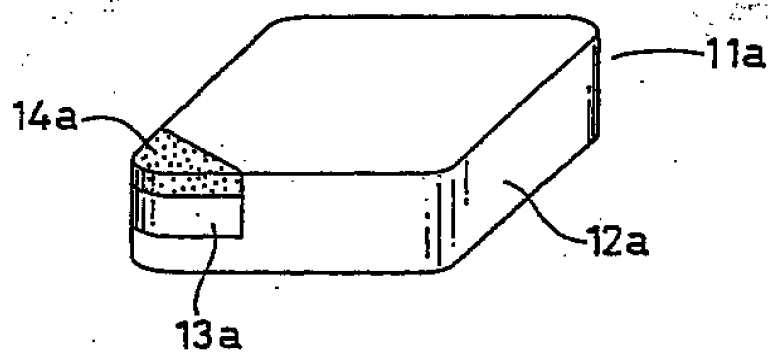


FIG. 10B

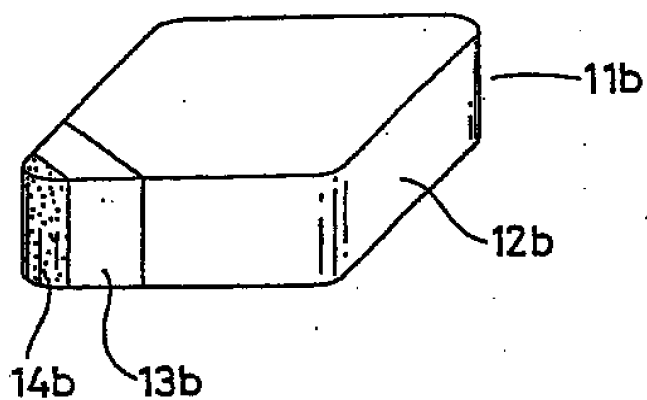


FIG. 11A

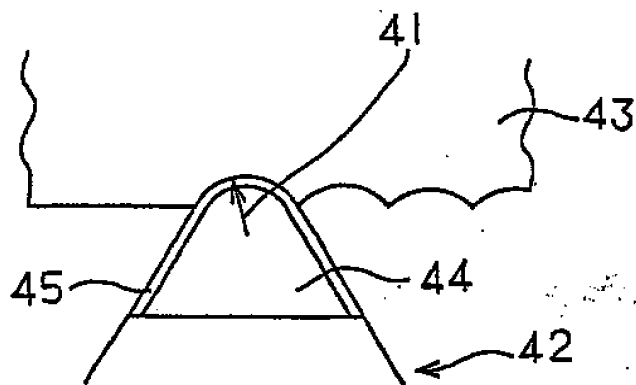


FIG. 11B

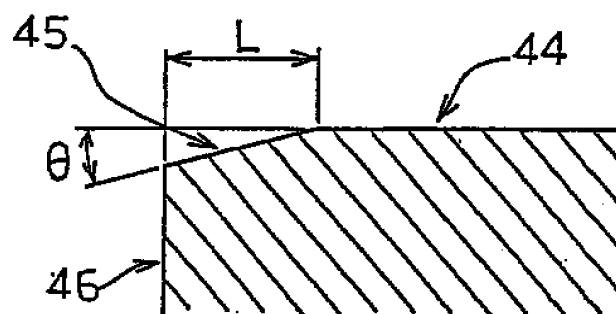


FIG. 11C

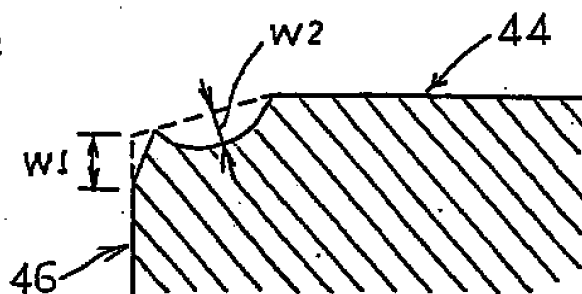


FIG. 12A

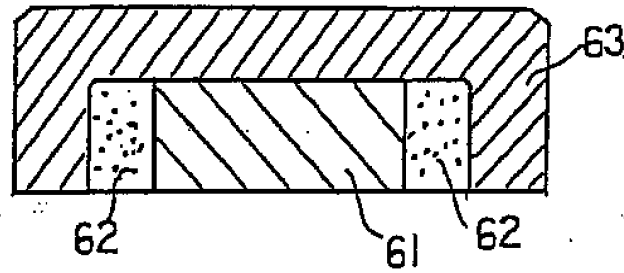


FIG. 12B

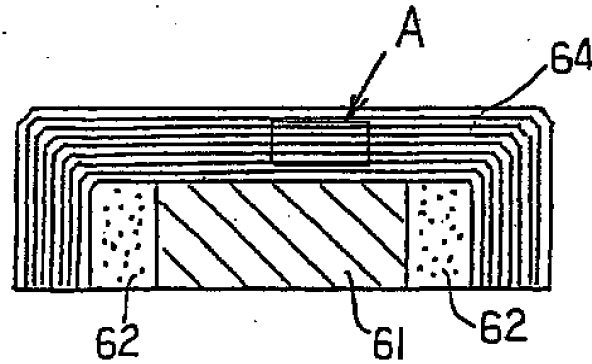


FIG. 12C

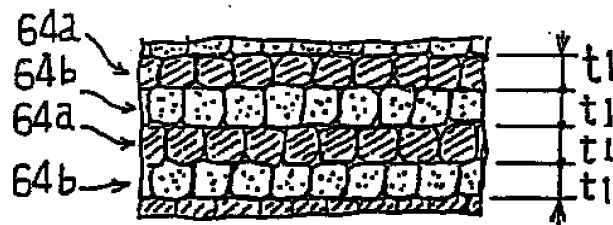


FIG. 12D

